

EHEALTH 2020

A cura di



ASSOCIAZIONE ITALIANA
SISTEMI INFORMATIVI IN SANITÀ

Hanno reso possibile la pubblicazione del presente documento e la realizzazione del Convegno Annuale Aisis 2016

accenture
High performance. Delivered.

AGFA Agfa
HealthCare

Carestream

Dedalus
HEALTHCARE SYSTEMS GROUP

ELCO

 **ENGINEERING**

Gruppo
EuroSoft

 **intel**

InterSystems
Health | Business | Government

 **Microsoft**


NOEMALIFE
WE CARE

STUDIOSTORTI
SOLUZIONI OPEN SOURCE

EHEALTH 2020

Hanno partecipato alla stesura del documento:



PARTECIPANTI AL GRUPPO DI LAVORO

Alfano Paolo - Fujifilm Italia Spa - paolo.alfano@fujifilm.it
Annicchiarico Piergiorgio - ASL Sassari - pannicchiarico@aslsassari.it
Bagnasco Manuela - ELCO - manuela.bagnasco@elco.it
Biavati Massimo - ADS - m.biavati@ads.it
Brambilla Marco - AO Parma - mbrambilla@ao.pr.it
Calamai Renato - Ehealthtech srl - renato.calamai@ehealthtech.eu
Camorali Giovanna - IBM Italia Spa - giovanna_camorali@it.ibm.com
Capra Fabio - ELCO - fabio.capra@elco.it
Capra Gianfranco - Dedalus Spa - gianfranco.capra@dedalus.eu
Cassani Luca - Microsoft Spa - luca.cassani@microsoft.com
Cassinari Flavio - ASST Lodi - flavio.cassinari@asst-lodi.it
Cavasassi Marco - IBM Italia Spa - marco.cavasassi@it.ibm.com
Cellario Elisa - NHT - elisa.cellario@gmail.com
Corrado Maurizio - FIASO - corrado@fiaso.it
Cosentino Gregorio - CDTI Roma - cosentino.gregorio@gmail.com
Daprà Alessandro - Apple - dapra.a@apple.com
Del Ghianda Fabio - EstaR-Toscana - fabio.delghianda@estar.toscana.it
Dell'Oro Roberto - Reply - r.delloro@reply.it
Di Maulo Ruggero - Artex - ruggero.dimaulo@artex.com
Faraci Giuseppe - Centro Medico Santagostino - giu.faraci@gmail.com
Fiora Sergio - Oracle - sergio.fiora@oracle.com
Griffa Dario - Studio Storti - dario@studiostorti.com
Jagher Veronica - Microsoft - vejagher@microsoft.com
Losito Saverio - Reply - s.losito@reply.it
Mangione Maurizio - Fondazione Monasterio - m.mangione@ftgm.it
Mazzotti Riccardo - Werfen - rmazzotti@werfen.com
Moroni Claudio - Medilog - c.moroni@medilog.it
Pocobelli Barbara - EstaR-Toscana - barbara.pocobelli@estar.toscana.it
Protti Giorgio - Puntoit Servizi Informatici - giorgio.protti@puntoitservizi.it
Ronchi Alberto - Istituto Auxologico Italiano - a.ronchi@auxologico.it
Rotondo Roberta - NHT - roberta.rotondo@nhtech.it
Rugani Umberto - Codices - u.rugani@codices.com
Ruggeri Augusto - NHT - augusto.ruggeri.cv@gmail.com
Storti Paolo - Studio Storti - paolo@studiostorti.com
Toni Roberto - CSP - roberto.toni@cspnet.it
Zampetti Luigi - Telecom Italia - luigi.zampetti@telecomitalia.it

Partecipanti al Gruppo di lavoro	5
Premessa	7
1 — Innovazione tecnologica e ICT come elementi di qualificazione dei processi in sanità	15
1.1 Introduzione	15
1.2 Tendenze convergenti nella sanità ed aree di opportunità	16
1.3 Internet of Thing	20
1.3.1 Introduzione	20
1.3.2 Il significato del termine IoT	21
1.3.3 IoT come Valore di Mercato	22
1.3.3.1 Health IoT: Smart Patients vs. Smart Hospital	23
1.4 La telemedicina	23
1.5 MHealth	24
1.6 Casi d'uso	25
1.6.1 Aziende operanti nel settore	26
1.6.2 EasyVein	27
1.6.3 Rete toscana di telemedicina per la diagnosi e il trattamento delle malformazioni cardiache	29
1.6.4 L'era dei sensori indossabili: dai cerotti registra-ECG e lattati, alla pelle bionica che 'sente' i tumori	32
1.6.5 Sistema di home care per monitoraggio di attività motoria	33
1.6.6 Altre esperienze di telemedicina	37
1.7 Blockchain in IoT e sanità	38
1.7.1 Tecnologia Blockchain, cos'è?	38
1.7.2 Blockchain si può usare in IoT e sanità?	41
1.8 Innovazione dalle start-up	43
1.8.1 Caratteristiche distintive delle Start-up	44
1.8.2 Sanità italiana e barriere d'ingresso all'innovazione da Start-up	45
1.8.3 Bioupper 2015: i progetti	46
2 — Integrazione e collaborazione: nuove piattaforme e strumenti per migliorare l'efficienza gestionale e l'efficacia clinica	49
2.1 Nuovi strumenti di collaborazione	49
2.1.1 Comunicazione e Collaborazione	51
2.1.2 Collaborazione sociale (Social Business)	54
2.1.3 Strumenti per il Social Business	56
2.1.4 Produttività individuale	57
2.1.5 Strumenti di produttività individuale	57
2.1.5.1 Office 365	58
2.1.5.2 Google Docs	63
2.1.5.3 Zimbra	63
2.1.5.4 OnlyOffice	64
2.2 Piattaforme e modalità di integrazione	66

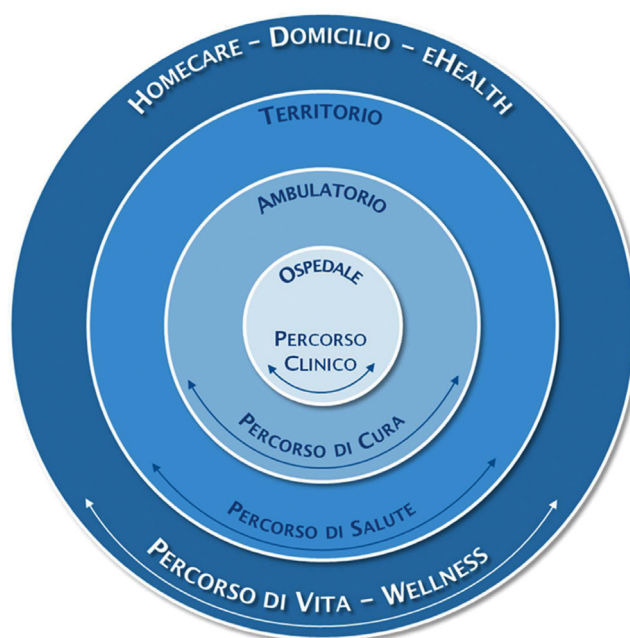
2.2.1 Interoperabilità	66
2.2.1.1 Framework per l'interoperabilità	67
2.2.1.2 Aspetti implementativi della interoperabilità	68
2.2.2 Paradigmi di interoperabilità	70
2.2.2.1 EAI (Enterprise Application Integration)	70
2.2.2.2 SOA (Service Oriented Architecture)	73
2.2.3 Architetture di interscambio dati	77
2.2.3.1 Remote Procedure Call (RPC)	77
2.2.3.2 CORBA	78
2.2.3.3 RMI	78
2.2.3.4 I web service	80
2.2.3.5 .NET Remoting	84
2.2.3.6 Confronti tra Architetture	85
2.2.4 Diversi approcci architetturali	85
2.2.4.1 Point-to-point	86
2.2.4.2 Hub and Spoke (Integration Broker)	86
2.2.4.3 ESB (Enterprise Service Bus)	88
2.3 ASPETTI SPECIFICI PER L'INTEROPERABILITÀ IN SANITÀ	94
2.3.1 IHE	94
2.3.2 HL7 (v2,v3,CDA,FHIR)	99
2.3.3 FHIR	102
2.3.3.1 Descrizione Tecnica di Resources	104
2.3.3.2 Cronologia FHIR	105
2.3.3.3 L'utilizzo di FHIR	105
2.3.3.4 Strumenti per lo sviluppo di soluzioni	106
2.3.3.5 La Fondazione FHIR	107
2.3.3.6 Conclusioni	107
2.4 Strumenti esistenti	108
2.4.1 FUSE di Redhat	109
2.4.2 Picasso	110
2.4.3 Mirth	121
2.4.4 Mule ESB	122
2.4.5 X-Value	124
2.4.6 E015 – Digital Ecosystem	129
3 — Big data e analytics in sanità	131
3.1 Cosa intendiamo per big data	131
3.2 Le principali soluzioni di big data containers	131
3.2.1 I database relazionali classici	131
3.2.2 I database NOSQL	133
3.2.2.1 Hadoop	134
3.2.3 I Science DB	136

3.3 La semantica dei dati	137
3.3.1 Stato dell'arte su linked open data e interoperabilità semantica	137
3.3.1.1 Approccio metodologico all'interoperabilità semantica tramite LINKED OPEN DATA	139
3.3.1.2 Agenti semantici	143
3.3.2 L'armonizzazione dei dati in Sanità	154
3.3.2.1 Progetti europei di armonizzazione semantica in sanità	154
3.4 Analytics	155
3.4.1 Le principali Analytics Marketing in Sanità (Big Data Analytics: impatti strategici e organizzativi per le imprese)	155
3.4.1.1 Big Data Analytics in Sanità: una prospettiva di marketing	156
3.4.1.2 Evoluzione del cittadino-paziente e analisi dell'offerta dei servizi in Sanità	156
3.4.1.3 La Customer Satisfaction in Sanità	158
3.4.1.4 I processi di trasformazione organizzativa in sanità: analisi della Supply Chain aziendale	159
3.4.2 Il modello predittivo	161
3.4.3 Il modello cognitivo	163
Appendice A Bioupper 2015: le Aziende	164
Bibliografia	173

PREMESSA

Il tema dell'innovazione digitale in sanità come leva strategica a supporto di un cambiamento "di sistema" è ampiamente dimostrato sia in letteratura sia da numerose ricerche empiriche. Tra queste ultime, una ricerca di Gartner di qualche anno fa evidenziava che l'ICT in sanità si sta consolidando come "pre-requisito di funzionamento" dei sistemi sanitari e non più come un tratto distintivo delle aziende con maggior livello di eccellenza, a rimarcare l'importanza di dedicare adeguate attenzioni all'innovazione digitale in quanto il suo utilizzo intensivo è in grado di favorire l'adozione di nuove strategie e nuovi modelli organizzativi di presa in carico dei problemi di salute del cittadino.

In effetti il passaggio da una "**Medicina di Attesa**" (ospedaliera o territoriale) che ha sempre seguito un modello terapeutico orientato a "curare la malattia" e quindi "in attesa del paziente" a una "**Medicina di Iniziativa**" chiamata non solo a curare ma anche a migliorare lo "star bene" dell'individuo prevede un passaggio dal "**Percorso Clinico**" prevalentemente orientato alla gestione dei processi ospedalieri al "**Percorso di Vita**" che coinvolge ambiti organizzativi e gestionali diversi, fortemente orientato alla prevenzione e alla wellness.



In tale contesto l'**Innovazione Digitale** può consentire la realizzazione di nuove strategie organizzative necessarie per garantire percorsi di continuità assistenziale in una "rete trasversale" di servizi, nuove e più efficienti modalità di interazione 2.0 che facilitino l'accesso e la gestione proattiva della salute e dei dati clinici da parte dei cittadini e dei Team clinici, favorire l'utilizzo di nuovi modelli di cura, consentire una elaborazione di dati utili a fini di Corporate Performance Management con predisposizione di KPI (Key Performance Indicator) clinici e manageriali.

Inoltre l'**e-health**, (mob-health, health-IoT, Tele-health) costituisce un importante strumento di cambiamento perché il **processo di presa in carico del paziente** è in misura sempre maggiore basato sulla mobilità sia del cittadino sia del team che lo prende in carico, favorito dalla condivisione "on line e on time" delle informazioni socio-sanitarie in uno spazio-temporale sempre più virtuale ed esteso e reso possibile attraverso strumenti di "collaboration".

Questa spinta verso un diverso approccio alla salute viene ulteriormente potenziata dall'insieme di nuove tecnologie che passano sotto l'acronimo di "**NBIC**": **N**anotecnologie, **B**iotecnologie, **I**nformatica, **C**ogni-

tive **Computing** (Intelligenza artificiale e machine learning in sanità) che tendono a modificare l'approccio "riparatorio" della medicina verso un approccio di miglioramento della salute fino al "potenziamento" dell'essere umano.

Le **nanotecnologie** applicate alla ricerca in tema di salute sono in grado di offrire soluzioni in un certo senso rivoluzionarie. La diagnosi precoce, i trattamenti 'intelligenti' e l'attivazione di meccanismi di auto-risanamento sono tra i principali obiettivi sulla strada dell'evoluzione della salute. La miniaturizzazione e l'integrazione di diverse funzioni in un unico dispositivo, solitamente basato su tecniche derivate dall'industria microelettronica, hanno portato allo sviluppo di una nuova generazione di dispositivi che sono più piccoli, più veloci e meno costosi, non richiedono particolari competenze, sono in grado di fornire letture più accurate e possono operare su quantitativi ridotti di un campione fisiologico con metodi meno invasivi e meno traumatici per il loro prelievo. La ricerca sulla nanotecnologia in vitro (device) permette inoltre un ulteriore affinamento delle tecniche diagnostiche, consentendo screening ad alto rendimento e l'implementazione della diagnostica Point Of Care (POC) eseguita al di fuori del laboratorio. L'imaging molecolare e la terapia assistita da immagini sono attualmente strumenti fondamentali per la sorveglianza della malattia e nello sviluppo di quasi tutte le applicazioni della nanomedicina "in vivo" consentendo nel prossimo futuro l'individuazione di una singola molecola o di una singola cella in un complesso ambiente biologico come il corpo umano. Nell'ambito delle tecniche "autoriparatrici" ad es. per "riparare" il tessuto cardiaco, danneggiato in seguito ad un infarto, i ricercatori della Brown University (Rhode Island, Stati Uniti) stanno lavorando per utilizzare nano tubi in carbonio per rigenerare i cardiomiociti.



Le **biotecnologie** fanno riferimento alla cosiddetta area degli "omics" (genomics, proteomics, metabolomics, farmacogenomics...) e quindi a tutto ciò che produce informazioni principalmente legate alla ricerca genetica e geonomica, all'area della "robotizzazione" intesa sia come utilizzo di robotica nell'ambito della chirurgia mini-invasiva ma anche come ricerca e impianto di nuove protesi biomeccaniche, all'area della ricerca di nuovi materiali per le protesi impiantabili e non ivi comprendendo la stampa 3D.

La vastità della ricerca, dei prodotti e dei risultati in quest'area sarà dirompente in termini di trattamento dei dati e di integrazione con il mondo dei nuovi device.

Se non credo ci sia altro da aggiungere sull'**Informatica** e sull'utilizzo esteso e sempre più pervasivo di ICT nei processi di "salute" del cittadino, mi sembra invece davvero interessante il mondo del "**Cognitive computing**" vale a dire della possibilità di analizzare grandi volumi di dati strutturati e non strutturati sia a fini predittivi sia per migliorare l'efficacia diagnostico-terapeutica sia per una valutazione di output e soprattutto di outcome (miglioramento dello stato di salute) dell'azione del sistema sanitario.

È palese che questo insieme di tecnologie determinerà impatti significativi su approcci, metodologie e strumenti di trattamento, gestione e elaborazione dei dati che dovranno essere integrati nel patrimonio informativo sia del singolo cittadino sia delle aziende sanitarie.

Dedicare il tema del convegno all'**ehealth 2020** significa stimolare un'azione manageriale di capacità di visione dello scenario in modo da poterlo gestire per tempo e proattivamente, nonché il tentativo di anticipare contenuti e nuovi requisiti cui l'ICT dovrà fornire rapidamente delle risposte.

Abbiamo pensato di strutturare il documento in tre sezioni: nella prima parte verranno approfonditi argomenti legati alle **tecnologie "NBIC"** e al loro impatto in termini di nuove fonti dati da gestire e grandi volumi di informazioni eterogenee da trattare. Nella seconda parte del testo verrà affrontato il tema della **integrazione** e della **interoperabilità** di queste informazioni e di come rendere disponibili queste informazioni attraverso l'utilizzo di **piattaforme di collaboration**. La terza parte del testo è dedicata alle tecniche e strumenti di "elaborazione" di queste informazioni attraverso metodologie e strumenti di **BI, Analytics e Intelligenza Artificiale**.

Un ringraziamento a Alberto Ronchi, Cio del Gruppo Auxologico, per la sua preziosa attività di coordinamento del Gruppo di lavoro e ai partecipanti al Gruppo che hanno prodotto questo interessante documento che, anche quest'anno, con grande piacere, AISIS presenta sperando di fornire indicazioni utili su tematiche fortemente innovative.

Dott. Claudio Caccia, Presidente di Aisis
Cagliari, 13 ottobre 2016

1 — Innovazione tecnologica e ICT come elementi di qualificazione dei processi in sanità

1.1 — Introduzione

Un'economia della sanità in crescita e la convergenza delle tecnologie stanno trasformando il mercato tradizionale della sanità negli Stati Uniti, in tutto il mondo occidentale, in India, Cina e non solo.

Per riuscire a sopravvivere e crescere in un contesto sanitario che cambia, i diversi attori dell'ecosistema dovrebbero prendere in considerazione lo sviluppo di strategie d'innovazione che consentano di sfruttare al meglio queste opportunità emergenti.

Ma siamo pronti a tutto ciò? La risposta dipende dalla volontà di accettare un cambiamento culturale nell'approccio alla sanità intesa come gestione della salute personale, come supporto alla prevenzione, prima ancora che per la diagnosi e cura di una malattia.

Per decenni la nostra mentalità è rimasta abbastanza costante nel tempo: ci sono alcune precauzioni che possiamo e/o siamo disposti a prendere per ridurre il nostro rischio di contrarre una malattia; poi però se ci si ammala andiamo da un medico per la diagnosi ed infine speriamo che ci sia un trattamento disponibile al caso in questione.

Ma ci comporteremo sempre così oppure saremo o siamo disposti a cambiare le nostre abitudini?

Da un articolo postato da Kathryn Cave il 14 aprile 2016 su IDGconnect si legge che, a seguito di un'intervista ad alcuni leader industriali, è emerso che la tecnologia avrebbe trasformato nel prossimo decennio il modo di pensare alla salute della gente e che tale trasformazione sarebbe stata innescata prima di tutto da un cambiamento di mentalità.

Quindi, quale sarà la tecnologia che determinerà i cambiamenti in sanità negli anni 2020-2030 visto che si deduce che il primo effetto sarà un cambio di mentalità?

Il futuro ci vede come utenti di sistemi atti a monitorare noi stessi, e i professionisti sanitari dediti ad analizzare questa enorme quantità di dati che si troveranno a trattare con l'obiettivo di migliorare i profili di cura di ogni singola malattia, comune o rara che sia.

Sarà questa la nuova visione: un mondo di cure connesso a casa, di cliniche virtuali e un maggior orientamento a un approccio "olistico" alla salute. In un decennio pazienti "normali" avranno un approccio più "consumer" alla salute e al proprio benessere e ciò determinerà l'emergere di un certo numero di nuove figure professionali per facilitare questa transizione.

È interessante notare che studi fatti da YouGov nel Regno Unito suggeriscono che i profili di età più vicini al cambiamento sono sicuramente i ragazzi giovani, tendenzialmente più affini alla tecnologia ma anche i più anziani perché necessitano di tecnologia per stare meglio. Paradossalmente la fascia di età più lontana dal cambiamento è attualmente quella tra i 30 ed i 40 anni. È importante ricordare che il calo costante del prezzo della tecnologia porterà le nuove frontiere della salute alla portata di tutti. Profonde innovazioni nel modo di curare sono infatti in atto in molti paesi emergenti in Asia (India, Cina prima di tutto) ma anche in Africa e Sud America.

1.2 — Tendenze convergenti nella sanità ed aree di opportunità

La tecnologia sta cambiando la sanità: dalle scoperte rivoluzionarie in campo genetico, alle nanotecnologie, dalla sanità digitale al cognitive cloud. I finanziatori pubblici e privati, oltre che gli utenti, chiedono di avere di più – in termini di qualità, evidenze e trasparenza – a un costo inferiore. Nuovi modelli di finanziamento alternativi stanno incentivando gli erogatori dei servizi sanitari a ridurre gli sprechi e le inefficienze. Entro il 2030, in molti paesi occidentali, una persona su cinque avrà un'età pari o superiore a 65 anni, andando con ogni probabilità a incrementare la percentuale di persone che necessitano di assistenza per malattie croniche.

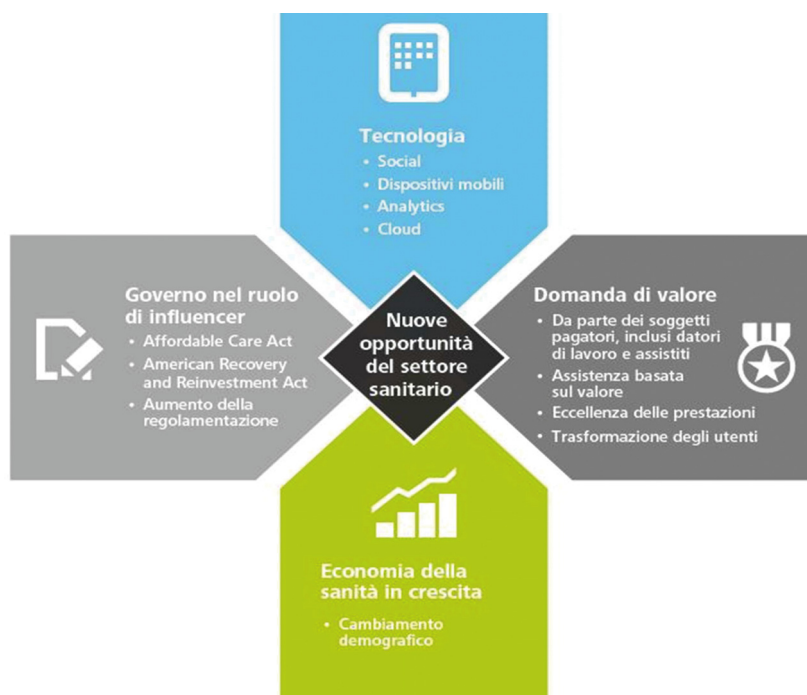


Figura 1. Tendenze convergenti nella sanità (Fonte Deloitte Development LLC)

Si prevede che la domanda di servizi sanitari dei prossimi anni porterà ad una maggiore occupazione e maggiori investimenti che genereranno a loro volta opportunità di innovazione. Innovazioni che si possono ricondurre a quattro aree principali:

A. Assistenza ovunque: spostamento della gamma dei servizi di cura dagli ospedali verso strutture a minor costo e al domicilio del paziente.

B. Benessere & cure preventive: spostamento dell'approccio per la cura delle patologie da reattivo (attesa) a preventivo (iniziativa).

C. Assistenza personalizzata: spostamento dell'offerta dalla generalizzazione di massa alla personalizzazione e precisione.

D. Assistenza agli anziani, ai pazienti cronici e al fine vita: spostamento dell'attenzione dalle case di riposo alla comunità per l'assistenza agli anziani, sfruttando i big data e la personalizzazione per il trattamento delle cronicità.

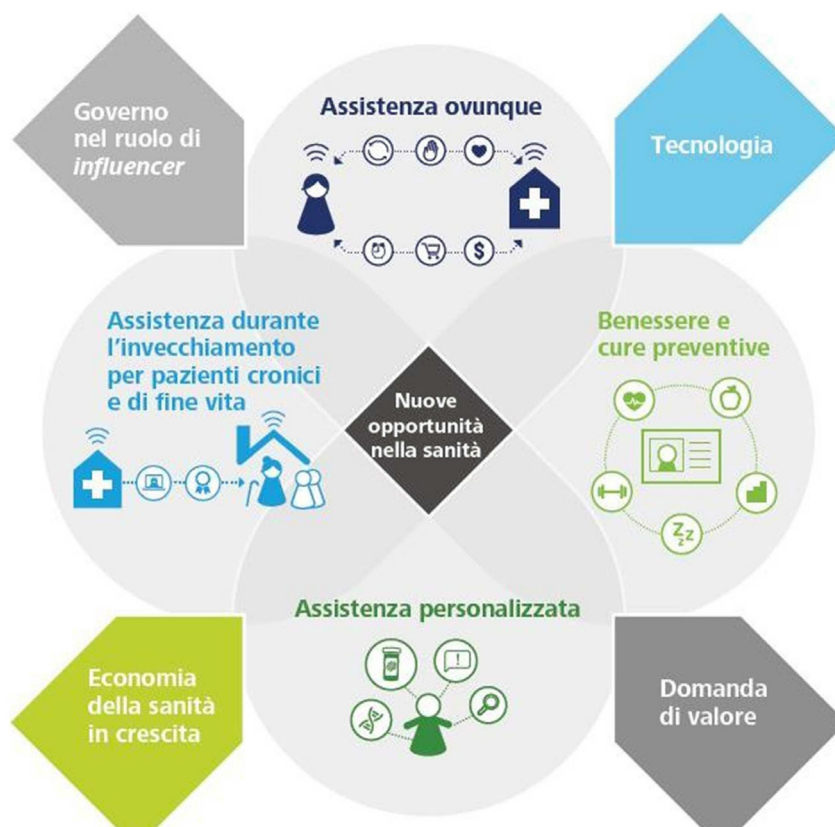


Figura 2. Aree di opportunità d'innovazione in ambito sanitario (Fonte Deloitte Development LLC)

È possibile che le opportunità e le nuove funzionalità tecnologiche che le renderanno possibili, si sovrappongano, consentendo alle aziende che hanno avviato strategie efficaci di fare innovazioni in più aree contemporaneamente. Ad esempio, le funzionalità di telemedicina possono essere applicate sia nell'area dell' "Assistenza ovunque" sia nell'area "dell'Assistenza durante l'Invecchiamento", per pazienti cronici e pazienti a fine vita.

A. Assistenza ovunque: spostamento della gamma dei servizi di cura dagli ospedali verso strutture a minor costo

Le pressioni sui costi, le preferenze del consumatore, il cambiamento dei modelli organizzativi e la tecnologia generano opportunità di miglioramento per l'assistenza sanitaria che dovrà essere erogata con continuità, "in qualsiasi momento" e "ovunque". Le strategie di assistenza basate sul valore, come ad esempio il modello responsabile dell'organizzazione di cura (ACO) e il sistema di pagamento cumulativo delle prestazioni (bundling), abbinate alle preferenze dei consumatori e a una crescente condivisione dei costi, stanno portando i consumatori a rivolgersi a centri meno costosi per le cure sanitarie.

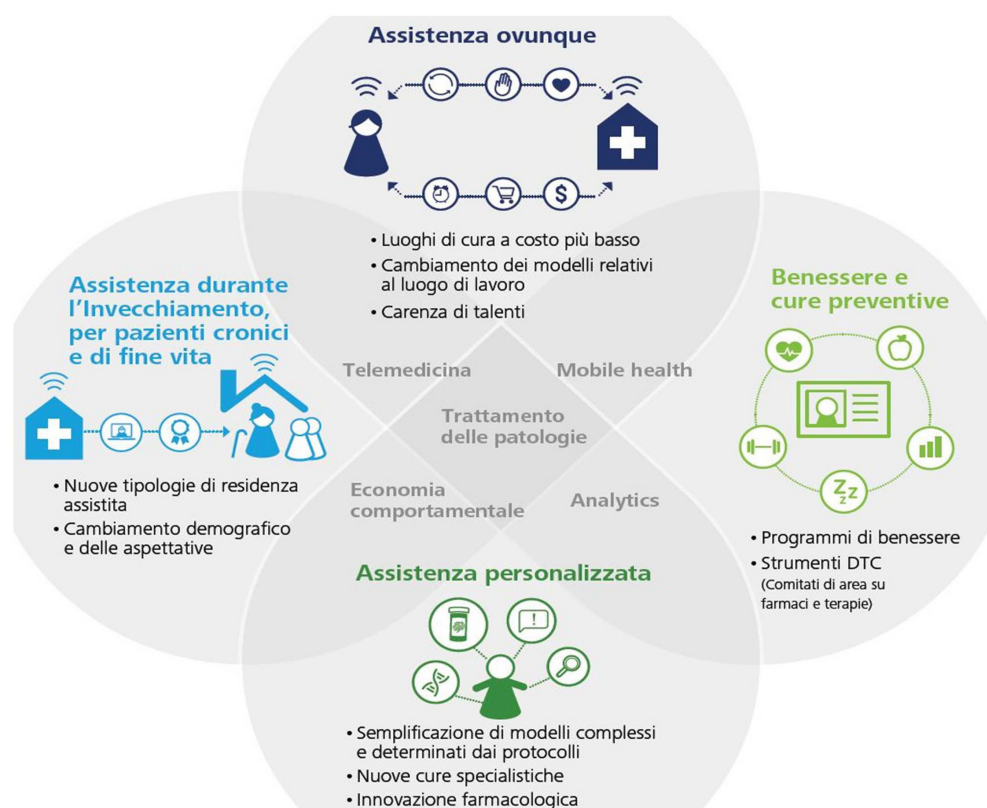


Figura 3: Sovrapposizione delle opportunità d'innovazione (Fonte Deloitte Development LLC)

Di seguito alcuni esempi:

- **Studi medici ubicati in negozi e supermercati** (retail clinic): gli studi medici presso i negozi, gestiti da infermieri specializzati e assistenti medici, stanno prendendo sempre più piede poiché sono comodi da raggiungere, hanno orari di apertura vantaggiosi e offrono assistenza sanitaria a un costo più basso. Questi studi medici stanno ampliando il proprio ambito di cura, passando dalle cure primarie al trattamento delle patologie croniche.
- **Assistenza domiciliare**: grazie alla tecnologia oggi disponibile e ai progressi fatti nel monitoraggio, il livello delle cure prestate a domicilio può in alcune situazioni essere comparabile a quello offerto in una struttura ospedaliera. L'assistenza domiciliare consente di offrire trattamenti a costi ridotti con un incremento del livello di soddisfazione del paziente.
- **Strumenti online**: le comunità online riescono a responsabilizzare i pazienti e a fornire una fonte d'informazione e di sostegno sociale/emotivo.
- **Telemedicina**: in caso di pazienti affetti da insufficienza cardiaca congestizia, diabete, depressione e altre patologie croniche, le tecnologie sanitarie digitali, come il telemonitoraggio domiciliare, possono ridurre il numero delle riammissioni ospedaliere e accrescere le capacità dei singoli di condurre una vita indipendente.

B. Benessere e cure preventive: spostamento dell'approccio per la cura delle patologie da reattivo a preventivo

Termini come "cure preventive" basate su potenti metodi di trattamento dei big data possono essere in grado di favorire una precisa identificazione dei fattori di rischio individuali. Servizi di "self health" si delineano come strumenti a basso costo per modificare i comportamenti in ambito sanitario. Parallelamente in molti Paesi sono in aumento gli incentivi ai datori di lavoro per l'offerta di programmi di benessere. In base a uno studio del 2013, circa la metà dei datori di lavoro statunitensi con 50 o più dipendenti ha predisposto un programma di benessere. L'Affordable Care Act (ACA) ha concesso ai datori di lavoro maggiore flessibilità nell'utilizzo degli incentivi nei programmi di benessere al fine di promuovere comportamenti sani. I programmi di benessere hanno la possibilità di migliorare lo stato di salute e far risparmiare sui costi; tuttavia i risultati ad oggi risultano contrastanti.

Le organizzazioni che condividono le cartelle cliniche online con i pazienti hanno registrato un aumento nell'uso di servizi orientati alla prevenzione. Inoltre la condivisione dei dati contenuti nelle cartelle cliniche, i dati prodotti da sanità digitale, sanità mobile e dispositivi indossabili – che coinvolgeranno in misura sempre maggiore i pazienti, associati a dati provenienti da fonti non tradizionali, potranno essere utilmente trattati mediante tecnologia di analisi dei dati che consentiranno di individuare soggetti ad alto rischio, verificare le loro abitudini comportamentali rispetto al proprio benessere e individuare nuovi percorsi di cura.

In questo contesto l'interoperabilità dei dati può potenzialmente favorire il coordinamento delle cure e di conseguenza ridurre i costi dei trattamenti di presa in carico dei pazienti.

C. Assistenza personalizzata: spostamento dell'offerta dalla generalizzazione di massa alla personalizzazione e precisione diffusa

I progressi scientifici possono offrire un valore ottimale quando sono rivolti a particolari target. L'adozione diffusa di un modello di "assistenza personalizzata/di precisione" sarà presumibilmente resa possibile attraverso offerte in grado di integrare farmaci e dispositivi con servizi diagnostici a basso costo, all'interno di programmi di cura "personalizzati". La personalizzazione delle cure sanitarie in base alla genetica e alle informazioni sulla salute dei singoli individui ha un potenziale di generazione di nuove terapie che potrebbe migliorare radicalmente gli esiti. Ad esempio, circa il 30-40% dei pazienti assume farmaci le cui controindicazioni sono superiori ai benefici ottenuti. Ciò non è economicamente vantaggioso, né ha un valore terapeutico. Un'assistenza sanitaria personalizzata potrebbe ridurre al minimo tali situazioni attraverso l'impiego di una diagnostica che identifichi quali farmaci, e in che dosaggi, sono più efficaci per un determinato e singolo paziente.

Di seguito alcuni esempi:

- **Genetica:** i progressi nella tecnologia genomica hanno determinato un calo esponenziale dei costi del sequenziamento genomico. Le terapie mirate abbinate ai test genetici consentono ai medici di scegliere una cura ottimale sin dall'inizio, evitando la costosa e rischiosa pratica della prescrizione per tentativi. Le specialità medicinali mostrano di avere un potenziale di miglioramento dell'aspettativa e della qualità di vita. Se utilizzati insieme ai biomarcatori per indirizzare le sottopopolazioni, questi farmaci potrebbero migliorare gli esiti, ridurre il costo della cura e addirittura prevenire la malattia.
- **Analytics:** così come Amazon seleziona i prodotti consigliati in base ai diversi segmenti di consumatori, i ricercatori possono sviluppare cure più mirate ed efficaci per i diversi segmenti di pazienti utilizzando i

biomarcatori, la genetica e gli algoritmi. Ad esempio, utilizzando computer e big data per la creazione di un modello di riferimento degli esiti potenziali prima del trattamento dei pazienti, si è visto che la simulazione predittiva consente di personalizzare le cure per il cancro in modo efficace.

- **Biosensors:** molti stakeholder sperano che con l'avanzare della tecnologia i biosensori possano aiutare i pazienti e i medici a monitorare, gestire e personalizzare le cure. Ad esempio l'unità di ricerca di Google, Google X, sta sviluppando una pillola in grado di rilasciare nano-particelle per l'individuazione del tumore che vengono tracciate da un sensore posizionato sul polso.

Le tecnologie come le cartelle cliniche elettroniche, gli analytics, i biosensori e la produzione additiva (stampa tridimensionale) dovrebbero semplificare i modelli di cura oggi basati sui "protocolli" con un'evoluzione della medicina verso la personalizzazione delle cure.

I progressi nella stampa tridimensionale possono portare in futuro alla produzione di organi su misura e personalizzati, aggiungendo una nuova dimensione alla sanità. Anthony Atala, Direttore del Wake Forest Institute for Regenerative Medicine, ha realizzato un prototipo di rene umano con una stampante 3D.

D. Assistenza durante l'Invecchiamento, per pazienti cronici e a fine vita

Lo spostamento dell'attenzione dall'invecchiamento basato sul ricovero in case di cura a un invecchiamento supportato dalla comunità potrà consentire la personalizzazione per il trattamento delle condizioni di cronicità. Presumibilmente, un segmento di popolazione benestante e di età sempre più elevata sarà disposto a pagare per nuovi servizi, mentre la restante popolazione avrà difficoltà a sopportare costi non attesi. È possibile che il coinvolgimento di caregivers aumenti fino a che la "generazione sandwich" (cioè l'insieme degli individui adulti che, sia rispetto alle età sia nell'ottica dei rapporti tra le generazioni, si trovano "in mezzo" tra la generazione dei giovani e quella degli anziani) non troverà soluzioni migliori per i suoi anziani. Ciò probabilmente farà sorgere l'esigenza di nuovi servizi e nuovi modelli di assistenza.

Nel 2014 l'Institute of Medicine ha pubblicato un rapporto "Dying in America" nel quale venivano evidenziati alcuni modi per migliorare l'assistenza a fine vita. I suggerimenti includevano l'erogazione di assistenza focalizzata sulla persona e orientata alla famiglia, la comunicazione fra paziente e medico specialista, la condivisione della pianificazione delle attività di cura e assistenza, nuovi modelli di cure palliative.

1.3 — Internet of Thing

1.3.1 — Introduzione

In questo paragrafo tratteremo il tema dell'IoT nel mercato sanitario, fornendo delle chiavi di lettura che facilitino la comprensione del fenomeno e delle sue applicazioni nel settore. A fronte di ciò, in primo luogo è presentata la definizione del paradigma tecnologico dell'IoT in generale e viene chiarita la differenza tra prodotti e processi intelligenti; a questa poi segue la classificazione in mercato enterprise IoT e mercato consumer IoT, individuando di conseguenza gli utenti finali di ciascun mercato. Infine, viene presentata la definizione di Health IoT, ovvero l'applicazione dell'IoT in sanità, e i differenti campi applicativi, attraverso le definizioni di Telemedicina e mHealth.

1.3.2 — Il significato del termine IoT

Il termine “Internet of Things (IoT)”, in italiano *Internet delle Cose*, definisce oggi un paradigma tecnologico basato su due caratteristiche chiave:

- Oggetti eterogenei, originariamente non tecnologici, che vengono dotati di tecnologie e interconnessi, costituendo una rete distribuita e capillare.
- La conseguente possibilità di creare dagli oggetti interconnessi, dati e informazioni fruibili attraverso tale rete.

In particolare, è la possibilità di sfruttare a proprio vantaggio i dati creati e raccolti dagli oggetti tra loro connessi, a determinare il potenziale innovativo e il valore del paradigma dell'IoT. Sono quindi la componente hardware (la tecnologia posta all'interno degli oggetti e la rete) e la componente software (la possibilità di analizzare i dati generati), che insieme definiscono il paradigma dell'IoT. Queste componenti, hardware e software, agiscono quindi in modo integrato e rendono “smart”, intelligenti in italiano, prodotti e processi all'interno delle aziende e dei mercati. In quest'ottica, l'IoT è un nuovo modo di aggregare prodotti e sviluppare funzioni e processi, in modo tale da potenziare gli stessi e creare know-how e valore aggiunto.

Il concetto di “intelligenza” qui introdotto deriva dal fatto che i prodotti dotati di tecnologia registrano le interazioni che hanno con il mondo esterno e, tramite la rete, le trasmettono ad altri oggetti o agli utilizzatori finali: in questo modo si sviluppa una crescente quantità di dati e informazioni che, grazie a software specifici, vengono elaborati permettendo la creazione di conoscenza utile ai più diversi scopi.

L'IoT è reso possibile dalla convergenza di tecnologie IT e TLC, dell'elettronica di consumo, della sensoristica e dei sistemi embedded, che consentono la rilevazione, l'analisi e l'utilizzo in tempo reale di informazioni su componenti del mondo fisico. L'IoT è quindi un paradigma basato sulla convergenza di differenti tecnologie (spesso già esistenti e commercializzate), la cui unione genera una capacità abilitante superiore alla somma del singolo potenziale di ciascuna tecnologia.

L'IoT nasce quindi come fenomeno tecnologico promosso dal diffondersi e dalla convergenza di tecnologie e innovazioni, ma assume poi una connotazione più pervasiva ed “economica”: tramite sensori e connettività l'IoT abilita l'integrazione di oggetti fisici, che entrano a far parte dell'economia reale e che, grazie alla tecnologia, possono generare dati ed informazioni che a loro volta generano valore. L'IoT introduce così una delle più grandi rivoluzioni nell'ambito delle tecnologie: se fino a ieri la tecnologia digitale, IT e TLC, veniva utilizzata solo in quanto strumento per rendere più efficienti i processi (si pensi ad esempio ai progetti di dematerializzazione o all'introduzione dei software gestionali, piuttosto che all'utilizzo delle reti di trasmissione dati nelle aziende), oggi grazie all'IoT la tecnologia digitale entra per la prima volta all'interno di oggetti e prodotti non tecnologici. Il mondo digitale entra nel mondo fisico, amplificandolo e creando un legame ed una inter-dipendenza nella generazione di valore tra le componenti virtuali e quelle reali: mondo fisico e mondo digitale diventano infatti imprescindibili nella generazione di valore, dal momento che solo la loro reciproca integrazione permette di abilitare nuovi potenziali e funzionalità, prima non disponibili.

Ora invece i dati prodotti dagli oggetti permettono di avere, in modo semplice ed integrato, una visione più complessiva e approfondita degli oggetti stessi, ad esempio del loro percorso in fase di produzione piuttosto

che nel processo di vendita, così come dell'oggetto finito dal momento in cui entra a far parte degli ambiti di utilizzo, in ambito sia enterprise sia consumer.

Il paradigma dell'IoT ha inevitabilmente un risvolto economico destinato tra l'altro ad assumere un ruolo ed un'importanza crescente grazie all'aumento della pervasività di queste tecnologie all'interno di prodotti e processi economico-produttivi. L'adozione del paradigma dell'IoT si traduce in risvolti positivi su molti settori di mercato: l'ambito della salute non è che uno dei tanti campi industriali in cui l'IoT apporta notevoli vantaggi, sia in termini di servizi potenziati ai cittadini/pazienti sia in termini di ampliamento della copertura dell'offerta sanitaria sul territorio per aziende ed enti locali.

Tuttavia, nuovi paradigmi comportano grandi trasformazioni culturali e ogni trasformazione comporta cambiamenti che devono essere affrontati e favoriti da adeguate e specifiche attività di formazione e di change management: qualunque sia la velocità di adozione dei servizi di mHealth appare necessario avviare percorsi di condivisione degli obiettivi di riassetto organizzativo e tecnologico che consentano alle aziende sanitarie di essere in grado di erogare nuovi modelli di servizio basati sull'mHealth. Non è più tempo di pensare ma di agire in quanto l'mHealth, come dimostrano tutte le ricerche a livello internazionale, europeo e nazionale, non è più un trend ma una concreta realtà con cui è necessario misurarsi.

1.3.3 — IoT come Valore di Mercato

Il mercato IoT è un mercato tecnologico, che raccoglie sotto un'unica etichetta tecnologie differenti e i nuovi servizi ed ecosistemi che esso abilita. È infatti indubbio che il ruolo della tecnologia all'interno di questi oggetti aumenta in maniera significativa la possibilità di sviluppo di nuove funzionalità. Il valore del mercato dell'IoT è quindi pari al valore della componente tecnologica applicata a prodotti e processi che rendono "intelligenti" oggetti che, di per se stessi, non lo sono e al valore potenziale, tangibile o intangibile, della funzionalità che il prodotto o processo intelligente ha di fatto abilitato.

Quest'ultima affermazione introduce un tema rilevante nell'ambito della perimetrazione del paradigma dell'IoT: si parla di IoT non solo in termini di componenti tecnologiche inserite all'interno di un prodotto finito (quello che è stato definito "oggetto intelligente" o Smart Product), ma anche in relazione all'utilizzo di tecnologia IoT per rendere più efficienti processi o infrastrutture (ad esempio un impianto industriale o i processi logistici, si parla quindi di "processo intelligente" o Smart Process).

Un ulteriore livello di analisi del mercato dell'IoT riguarda invece l'individuazione degli utenti finali della tecnologia IoT e della relativa domanda. La domanda di tecnologia IoT è suddivisa in domanda *Enterprise* e in domanda *Consumer*, dove la domanda enterprise si compone, da un lato, dalle aziende che acquistano tecnologia IoT per rendere più efficienti i propri processi e per produrre oggetti intelligenti; mentre la domanda consumer comprende gli individui che acquistano oggetti "intelligenti".

Per quel che riguarda il mercato enterprise IoT, a questo appartengono tutte quelle soluzioni che un'azienda può implementare per monitorare e migliorare la propria value chain, ottimizzando ed integrando le attività del proprio core business così come, tra le altre, le attività e le funzioni relative alla logistica, alla produzione, al marketing e all'organizzazione. Rientrano ad esempio in questa categoria tutti i sistemi legati a rendere più efficienti i processi produttivi, alla tracciabilità e al monitoraggio delle flotte e delle merci da parte delle

aziende di logistica, e all'ottimizzazione e al monitoraggio delle reti di distribuzione e di trasmissione nel caso delle Utilities.

Per quel che riguarda invece il mercato consumer IoT, appartengono a questo mercato le soluzioni disponibili in ambiti quali la domotica avanzata, le auto connesse e i cosiddetti Smart Consumer Good, ovvero tutte quelle soluzioni che vengono acquistate ed utilizzate dai consumatori finali, o che riguardano direttamente la loro sfera personale.

1.3.3.1 — Health IoT: Smart Patients vs. Smart Hospital

Si definisce Health IoT l'applicazione dell'IoT in sanità atta a migliorare la salute del cittadino/paziente. Gli ambiti applicativi sono numerosissimi, dai wearables e implantes, passando per le stampanti 3D che creano tessuti ed organi, per tutti i dispositivi interattivi che possono aiutare nella riabilitazione o per tenere attivi bambini e anziani, al quantified-self attraverso l'utilizzo di mobile-apps (mHealth) per monitorare i parametri biometrici, migliorare le proprie prestazioni, ma anche per analisi di sangue e altri campioni biologici¹.

Per riprendere quanto descritto nel paragrafo precedente, il mercato dell'Health IoT si divide in Smart Hospitals, ovvero strutture sanitarie che vogliono orchestrare informazioni, pazienti, personale clinico e amministrativo, e materiali in un'ottica di ottimizzazione di risorse e processi; e in Smart Patients, coloro, cittadini e/o pazienti, che comprano oggetti "connessi" per monitorare le proprie condizioni di salute sia in ottica di prevenzione sia per facilitare il processo di cura e assistenza. In quest'ottica si parla quindi di Telemedicina e mobile Health come strategie principali per lo sviluppo dell'intero settore.

Seppur non vi siano stime sulla crescita attesa dell'IoT nei prossimi anni, nel campo della salute il tasso di crescita dipenderà moltissimo da iniziative di alfabetizzazione informatica (specialmente dirette agli anziani), di informatizzazione dirette a tutti i cittadini su rischi e vantaggi, di formazione dei dipendenti delle strutture sanitarie e dagli investimenti (anche finanziari) di Stato e Regioni.

1.4 — La Telemedicina

Le Linee di indirizzo nazionali sulla Telemedicina, approvate nella seduta del 10 luglio 2012 dall'Assemblea Generale del Consiglio Superiore di Sanità definiscono la Telemedicina come la *"modalità di erogazione di servizi di assistenza sanitaria, tramite il ricorso a tecnologie innovative, in particolare alle ICT, in situazioni in cui il professionista della salute e il paziente non si trovano nella stessa località. La Telemedicina comporta la trasmissione sicura d'informazioni e dati di carattere medico nella forma di testi, suoni, immagini o altre forme necessarie per la prevenzione, la diagnosi, il trattamento e il successivo controllo dei pazienti. I servizi di Telemedicina vanno assimilati a qualunque servizio sanitario diagnostico/terapeutico. Tuttavia, la prestazione in Telemedicina non sostituisce la prestazione sanitaria tradizionale nel rapporto personale medico-paziente, ma la integra per potenzialmente migliorare efficacia, efficienza e appropriatezza. La Telemedicina deve altresì ottemperare a tutti i diritti e obblighi propri di qualsiasi atto sanitario"*.

L'Assemblea Generale del Consiglio Superiore di Sanità definisce inoltre due tipologie di servizi di Telemedicina:

¹ Guido Noto La Diega, Queen Mary University di Londra, fellow del Nexa center di Torino di IoT-Health

- La *Telemedicina Specialistica*, a sua volta divisa in:
 - *Televisita*, atto sanitario in cui il medico interagisce a distanza con il paziente. Il collegamento deve consentire di vedere e interagire con il paziente e deve avvenire in tempo reale o differito. La diagnosi che scaturisce dalla visita può dar luogo alla prescrizione di farmaci o di cure. Si pensi, ad esempio, ad un medico di medicina generale che visita in remoto un paziente tramite una video-chiamata, oppure ad un medico specialista che effettua in remoto al paziente, situato in farmacia, un ECG grazie al supporto in loco del farmacista stesso.
 - *Teleconsulto* è un'indicazione di diagnosi e/o di scelta di una terapia senza la presenza fisica del paziente. Si tratta di un'attività di consulenza a distanza fra medici che permette a un medico, specialista MMG, di chiedere il consiglio di uno o più medici, in ragione di una specifica formazione e competenza, sulla base di informazioni mediche legate alla presa in carico del paziente.
 - Telecooperazione sanitaria è un atto consistente nell'assistenza fornita da un medico o altro operatore sanitario a un altro medico o altro operatore sanitario impegnato in un atto sanitario. Si pensi, ad esempio, ad un medico di una struttura ospedaliera che guida a distanza le operazioni di soccorso d'urgenza svolte sull'ambulanza.
- La *Telesalute* riguarda invece i sistemi e i servizi che collegano i pazienti, in particolar modo i cronici, con i medici per assistere nella diagnosi, monitoraggio, gestione, responsabilizzazione degli stessi. La Telesalute comprende il Telemonitoraggio. Lo scambio di dati (e.g., i parametri vitali) tra il paziente (a casa, in farmacia, in strutture assistenziali dedicate, etc.) e una postazione di monitoraggio può avvenire non solo per la formulazione di una diagnosi, ma anche per supportare i programmi di gestione della terapia stessa e per migliorare la formazione del paziente stesso. Rientrano in questa categoria tutti i dispositivi medici wearable, ovvero oggetti più o meno omologati come strumenti medicali indossabili dal cittadino/paziente, che misurano a domicilio e/o in mobilità parametri fisico-clinici da considerare sia come semplici motivatori di salute, sia come veri e propri strumenti di supporto che permettono l'invio automatico al medico dei parametri raccolti e il monitoraggio in tempo reale in modo tale che quest'ultimo possa intervenire tempestivamente in caso di necessità.

Nonostante la voce non compaia nelle *Linee di Indirizzo*, per completezza, si ritiene opportuno spiegare il significato del termine Teleassistenza. Per Teleassistenza si intende un sistema socio-assistenziale per la presa in carico della persona anziana o fragile a domicilio, tramite la gestione di allarmi che permettano l'attivazione dei servizi di emergenza e/o di chiamate di "supporto" da parte di un centro servizi. La Teleassistenza ha un contenuto prevalentemente sociale, con confini sfumati verso quello sanitario, con il quale deve connettersi al fine di garantire la continuità socio-assistenziale. Si pensi ad esempio un anziano dotato di un braccialetto con un tasto per inviare un allarme in caso di malore a un centro servizi che provvede a contattare l'utente e, eventualmente, a comunicare immediatamente l'accaduto agli operatori sanitari. Oppure all'installazione a domicilio di un paziente con ridotte capacità motorie di soluzioni di domotica che inviano automaticamente degli allarmi in caso di caduta ad una lista di contatti prestabiliti.

1.5 — mHealth

Tra l'oggetto connesso e l'utilizzatore, sia esso il paziente in cura o il cittadino, è comune la presenza di un facilitatore che riceva i dati trasmessi dall'oggetto, li rielabora, li presenti in un formato facilmente compren-

sibile e che possa dialogare a sua volta con l'oggetto intelligente stesso. Questo facilitatore molto spesso si trova in applicazioni mobile scaricabili su smartphone, pc e tablet. Da qui deriva infatti il termine Mobile Health, altresì detta mHealth, che indica appunto la fornitura di servizi di assistenza attraverso dispositivi di comunicazione mobile.

Il Comitato Nazionale di Bioetica (CNB) aiuta inoltre a distinguere tra tecnologie, finalità e soggetti utilizzatori di mHealth.

Per quanto riguarda le tecnologie vengono differenziate in piattaforme mobili, ovvero i dispositivi che pur non nascendo in un contesto medico, si trasformano in strumenti medici atti a raccogliere, analizzare e trasmettere dati o immagini, e in accessori, videocamere, microfoni e sensori che rilevano i parametri fisiologici e che vanno in supporto o in assistenza ai dispositivi. Sul piano delle finalità, si possono distinguere le applicazioni per il benessere (conteggio delle calorie, dei passi e del movimento; monitoraggio dello stato emotivo, etc.) e le applicazioni mediche per la salute nell'ambito della prevenzione (dispositivi per registrare funzioni fisiologiche quali battiti del cuore, respirazione, pressione, temperatura, attività cerebrali etc.), della diagnosi (per esempio, diagnosi di melanoma), della cura di patologie (e.g. medical reminder per migliorare l'aderenza alle terapie, calcolo del dosaggio delle medicine, monitoraggio delle malattie metaboliche), dell'assistenza (per esempio, assistenza a disabili con limitazioni motorie). Per quanto riguarda invece i soggetti coinvolti, si possono distinguere i cittadini/pazienti, che utilizzano app e dispositivi per la cura o per monitorare le proprie condizioni di salute; i medici, che in corsia vengono supportati dai dispositivi mobili, le strutture sanitarie, che ampliano la loro offerta di assistenza sul territorio; i provider, i costruttori e/o gli sviluppatori delle applicazioni, i venditori e le industrie farmaceutiche, che sono anch'essi attori del mercato sanitario.

È indubbio che le tecnologie di mHealth apportino fattori positivi all'ecosistema cittadino – paziente – territorio, quali:

- La promozione di uno stile di vita salutare e il miglioramento della consapevolezza, della partecipazione attiva e della motivazione degli individui alla salute.
- La facilitazione e la velocizzazione della comunicazione medico/paziente e la personalizzazione dei trattamenti di cura e di assistenza.
- L'incremento dell'autonomia e della sicurezza del paziente che può essere controllato e localizzato a distanza.
- Il miglioramento dell'efficienza del sistema sanitario, la riduzione dei costi di assistenza e di ospedalizzazione, e l'analisi da remoto tramite monitoraggio e telemedicina.
- Il contributo alla ricerca, con la facilitazione della raccolta di dati individuali e ambientali.
- L'ampliamento di accesso alle cure, con la possibilità di raggiungere utenti che altrimenti non avrebbero assistenza medica.
- La possibilità di condivisione di casi clinici e di richiesta di secondi pareri in tempo reale per i medici.

1.6 — Casi D'uso

In questo paragrafo elencheremo alcuni esempi non esaustivi di casi d'uso, frutto del lavoro di ricerca di quanto disponibile sul mercato da parte dei co-autori del presente documento.

² Definizione di Mobile Health coniata in occasione dello mHealth Summit 2010, organizzato da Foundation for the National Institutes of Health (FNIH), National Institutes of Health (NIH) ed mHealth Alliance. La World Health Organization (WHO) definisce la mobile health come la fornitura di servizi sanitari e informativi riguardanti la salute e la cura attraverso smartphone e Personal Digital Assistant (PDA).

1.6.1 — Aziende operanti nel settore

Minute Clinic

Di proprietà di CVS Health, Minute Clinic offre una gamma di servizi di assistenza sanitaria che includono le vaccinazioni, il monitoraggio glicemico, lo screening del colesterolo e i programmi di dimagrimento.

Scanadu

Questa società di recente fondazione sta sviluppando una serie di apparecchiature medicali che si collegano agli smartphone e consentono ai consumatori di monitorare il loro stato di salute. Mettendo a disposizione funzioni che vanno dalla misurazione della temperatura corporea, al monitoraggio cardiaco e all'analisi delle urine, Scanadu punta a permettere ai consumatori di vivere una vita più sana.

American Well

Questo provider di servizi di telemedicina propone un software e servizi mobile e via Web che mettono in contatto i medici con il paziente per visite mediche su richiesta effettuate utilizzando la tecnologia di video-conferenza in modalità live. I servizi forniti da American Well hanno l'obiettivo di ridurre i costi medici, migliorare l'accesso agli specialisti e aumentare il livello di soddisfazione del cliente.

Privia Health

Privia Health è una società di benessere che si serve della tecnologia su Web per creare social network privati fra paziente, medico e team specializzato in benessere. La collaborazione finalizzata alle cure mira a mantenere i pazienti in buona salute fra una visita ambulatoriale e l'altra.

Yingo Yango

Questa piattaforma mobile fornisce risorse e informazioni consolidate e personalizzate e consente ai soggetti pagatori, ai datori di lavoro e agli enti erogatori di analizzare gli episodi di cura per sfruttare al meglio gli esiti e migliorare le efficienze.

Ginger.io

Questa app dedicata alla salute raccoglie in tempo reale i dati sul paziente per una valutazione della sua condizione medica, consentendo agli erogatori di servizi di utilizzare l'analitica comportamentale per gestire le popolazioni di pazienti.

GeckoCap

GeckoCap è una piattaforma tecnologica per l'asma pediatrica che include contenuti per dispositivi mobili, analitica e gamification per migliorare l'aderenza ai protocolli farmacologici. Queste tecniche possono essere applicate ad altri farmaci e comportamenti.

Apple® HealthKit²¹

L'interfaccia di programmazione applicativa (API) Apple HealthKit Cloud integra i dati provenienti da più fonti. Una partnership con EPIC e altri sistemi di gestione delle cartelle cliniche elettroniche punta a collegare i dati

raccolti dai pazienti con quelli in possesso degli enti erogatori. La struttura open source di Apple ResearchKit aiuta i ricercatori a sviluppare applicazioni per studi medici che potrebbero includere informazioni generate dai pazienti.

Qualcomm Life 2net Platform

La 2net Platform è un sistema basato su cloud e universalmente interoperabile progettato per consentire una connettività wireless bidirezionale ed è in grado di catturare e fornire i dati dei dispositivi medicali a consumatori ed erogatori di servizi sanitari.

Invitae

Oltre a offrire un servizio rapido a basso costo, Invitae permette ai medici e ai consumatori di scegliere da un elenco di test genetici alcune opzioni per personalizzare gli esami sulla base, ad esempio, dell'ereditarietà.

Iodine.com

Questo sito abbina informazioni sui farmaci fornite da medici specialisti e da utilizzatori per permettere ai consumatori di avere una migliore comprensione del loro stato di salute e di prendere decisioni più consapevoli.

PhysIQ

PhysIQ è una piattaforma personalizzata di analitica dei dati fisiologici creata per tracciare i segni vitali e rilevare le variazioni, prendendo come riferimento il singolo piuttosto che la media della popolazione.

Organovo

Questa start-up sta producendo tessuti umani funzionali utilizzando la tecnica di stampa tridimensionale a fini di ricerca e sviluppo in ambito farmacologico, con l'obiettivo ultimo di produrre tessuti per il trapianto chirurgico.

Care at Hand

Sfruttando i vantaggi della tecnologia e appoggiandosi agli operatori di comunità, Care at Hand consente agli anziani di invecchiare a casa propria ed evita i ricoveri ospedalieri non necessari grazie a un migliore coordinamento delle cure.

Lively

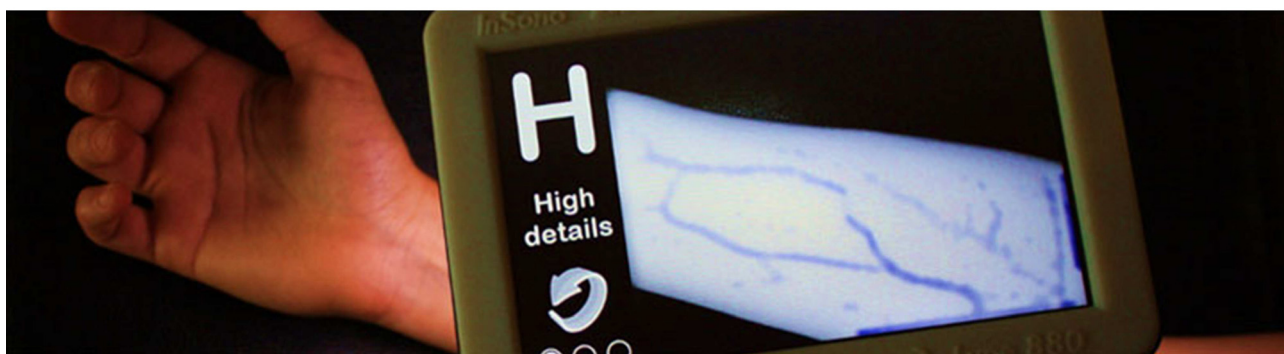
Lively fornisce sensori, incluso un orologio da polso, in grado di tracciare, analizzare e riportare importanti attività quotidiane come l'assunzione di farmaci, la preparazione del cibo e gli spostamenti dentro e fuori casa.

1.6.2 — EasyVein

EasyVein è un dispositivo elettronico che permette di rivelare e visualizzare in tempo reale la struttura venosa superficiale del corpo. È particolarmente utile quando i vasi venosi superficiali risultano molto difficili da rilevare ad occhio nudo. Permette all'operatore professionale di eseguire prelievi o infusioni mostrando in modo

chiaro la posizione dei vasi venosi. Mostra dettagli che ad occhio nudo non è possibile apprezzare rendendo le fasi operative più semplici e più sicure.

EasyVein è come una “lente digitale” che si frappone tra l’operatore e il tessuto indagato e che visualizza una scena di realtà aumentata (“augmented reality”) riportando l’immagine sottostante per riferimento e sovrapponendo una mappa venosa in falsi colori. L’immagine di uscita è fornita in tempo reale e l’operatore deve semplicemente porre il dispositivo alla distanza preferita che gli consente la migliore visualizzazione secondo i suoi scopi. Da distanze maggiori è possibile avere una visione di insieme dell’albero venoso superficiale nella zona indagata; da vicino si può ottenere una maggior dettaglio delle strutture di interesse. Il posizionamento è reso semplice da un supporto che garantisce al dispositivo di rimanere in posizione quando l’operatore ha scelto la distanza ottimale garantendo perciò all’operatore l’utilizzo di entrambe le mani per le procedure operative. L’inserimento dell’ago o del catetere può essere eseguito direttamente guardando attraverso il dispositivo o alternativamente guardando direttamente la regione di interesse con un leggero cambio del punto di osservazione.



Non sono necessarie regolazioni di nessun tipo; oltre la scelta della distanza ottimale è demandato all’operatore solo di scegliere il modo di visualizzazione preferito (tra tre diverse possibilità) attraverso la semplice pressione di un pulsante laterale.

Campi di applicazione:

- Aiuto al reperimento delle vene in pazienti difficili
- Aiuto all’inserimento di aghi per prelievi o infusioni
- Aiuto all’inserimento di cateteri venosi

Casi difficili per i quali il dispositivo è particolarmente utile ed indicato:

- Pazienti obesi
- Pediatria e neonatologia
- Pazienti con vene profonde o di piccole dimensioni
- Pazienti con albero venoso compromesso da trattamenti medici frequenti (chemioterapia, somministrazione fattori coagulanti, etc...) o da patologie di vario tipo
- Pazienti di colore

Come funziona:

La luce non è assorbita nella stessa maniera da tutti i tessuti biologici. In particolare, l’emoglobina deossigenata (Hb) assorbe la luce del vicino infrarosso, ossia una radiazione ottica appena fuori del campo visibile, in misura maggiore di altri tessuti biologici.

Illuminando la regione di interesse con questo tipo di luce, chiamata NIR (Near InfraRed), l'immagine conseguentemente acquisita presenta delle variazioni di luminosità dove sono presenti i vasi venosi superficiali che contengono emoglobina deossigenata. Elaborando queste immagini in tempo reale è possibile visualizzare la mappa venosa in maniera molto più evidente rispetto a quanto sia possibile fare ad occhio nudo.

Punti di forza:

- Guida all'inserimento di aghi e cateteri non operatore dipendente come nei sistemi ad ultrasuoni.
- Facile utilizzo: spesso non è necessario nessun training, specialmente per personale esperto.
- Utilizzo molto immediato ed intuitivo senza nessuna regolazione da eseguire.
- Obiettivo dotato di autofocus per permettere l'uso di EasyVein a diverse altezze senza regolazioni.
- Facilità di posizionamento e di utilizzo grazie al supporto flessibile alimentato che libera entrambe le mani dell'operatore e ne permette il libero posizionamento.
- Uso simile ad una lente di ingrandimento: lontani per una visione di insieme, vicini per informazioni maggiormente dettagliate.
- Tre diverse modalità di elaborazione e di visualizzazione:
 - Visualizzazione immagine NIR (R): Immagine in scala di grigi del contributo informativo nel vicino infrarosso. Le vene sono rilevabili come strutture più scure dei tessuti circostanti.
 - Visualizzazione a basso dettaglio (L): La mappa venosa rilevata dall'elaborazione viene sovrapposta all'immagine di riferimento in falsi colori. L'elaborazione di questa modalità è volta a visualizzare soltanto i contributi dei vasi di maggiori dimensioni che risultano facilmente pungebili.
 - Visualizzazione ad alto dettaglio (H): Anche in questo caso la mappa venosa rilevata viene sovrapposta in falsi colori. Questa modalità è pensata per evidenziare anche strutture di più piccole dimensioni che possono essere punte da personale altamente qualificato.
- Nessun errore di parallasse. Il dispositivo può essere posizionato in qualsiasi modo sopra la regione di valutazione senza il pericolo di avere uno scostamento tra il punto indicato dallo strumento e il punto reale dove si trova il vaso da pungere.
- Molto leggero e facilmente trasportabile.

1.6.3 — Rete Toscana di telemedicina per la diagnosi e il trattamento delle malformazioni cardiache



Premessa

La Fondazione Toscana Gabriele Monasterio (FTGM) è ente pubblico del Servizio Sanitario Regionale ai sensi della L.R.T. n. 85/2009 ed opera quale riferimento regionale per le attività di cardiochirurgia pediatrica e di cardiologia pediatrica interventistica; in tal senso FTGM, ed in particolare l'Ospedale del Cuore, si pone quale centro regionale per il trattamento chirurgico e interventistico delle patologie cardiache in età neonatale e pediatrica e costituisce centro di diagnosi fetale delle cardiopatie; da tempo FTGM ha sperimentato l'utilizzo di tecniche di teleconsulto con centri italiani ed esteri finalizzate alla diagnosi di patologie cardiache in neonati e bambini, oltre che alla diagnostica fetale delle malformazioni cardiache ed al follow up di pazienti già sottoposti ad intervento di cardiochirurgia pediatrica; le attività di teleconsulto sopracitate si pongono quale strumento di particolare efficacia al fine di garantire una diagnosi quanto mai precoce e l'eventuale trasferimento nel centro più idoneo per il trattamento della patologia diagnosticata.

I Lions della Toscana (distretto 108La) con il supporto della loro fondazione (Lions Clubs International Foundation) hanno inteso collaborare con FTGM per implementare una rete di telemedicina per il teleconsulto per la diagnosi di patologie in età neonatale e pediatrica, oltre che per il follow up di pazienti già sottoposti ad intervento di cardiocirurgia.

Si tratta di sviluppare un servizio di teleconsulto specialistico in cui il medico che sta visitando il paziente (operatore) con esame ecocardiografico richiede una consulenza al cardiologo pediatrico (consulente) dell'Ospedale del Cuore di Massa (o in prospettiva di altro centro di 3° livello come AO Meyer) per eseguire una valutazione diagnostica "in collaborazione". Le esperienze di telemedicina di FTGM, in particolare nei Balcani nell'ambito della cooperazione sanitaria internazionale della Regione Toscana e recentemente con il progetto europeo AdriHealthMob per la gestione della sanità transfrontaliera sono un presupposto per lo sviluppo di questo progetto.

Le funzionalità principali sono: collegamento sicuro e protetto in rete tra Presidio dell'operatore e Ospedale del Cuore di Massa; tele-ecocardiografia in tempo reale (attraverso la replica in diretta delle immagini ecografiche con apparati di videoconferenza presso la postazione del consulente); invio al termine dell'esame delle immagini DICOM per documentazione e revisione; produzione dell'informativa e consenso informato e compilazione del referto dell'esame ecocardiografico, condiviso tra operatore e consulente, in collegamento con il sistema informatico di FTGM. La postazione di teleconsulto presso il Presidio dell'operatore è allestita su carrello, dotato di isolamento medicale, e implementa le funzionalità di tele-ecocardiografia, mentre per l'accesso alla cartella informatizzata di teleconsulto si può utilizzare anche il computer in dotazione.

Il problema

- Per la diagnosi ecocardiografica di malformazioni cardiache in casi spesso complessi o critici (tipicamente nel neonato o in epoca prenatale) è richiesta esperienza specifica;
- I centri di terzo livello sono pochi e spesso lontani dal presidio di cura del paziente.

Obiettivi

- Diagnosi precoce della cardiopatia in età neonatale, pediatrica o anche prenatale;
- Diagnosi corretta per evitare trasferimenti inutili e/o garantire trasferimenti immediati nel centro più adatto al trattamento della patologia.

Scopo del progetto è realizzare una rete regionale di telemedicina per il teleconsulto nelle malformazioni cardiache congenite in collegamento con l'Ospedale del Cuore (FTGM) di Massa.

Almeno una postazione per provincia, con priorità alle aree disagiate.

La rete, oltre che per il teleconsulto dall'HUB di FTGM, potrà essere utilizzata per collegare i centri clinici tra loro e/o con altri centri specialistici.



Supporto economico: club Lions (distretto 108La Toscana) con la Lions Clubs International Foundation (LCIF).

Strumento tecnologico: la telemedicina, realizzabile in tempi rapidi e con costi contenuti, attraverso l'infrastruttura istituzionale RTTRT per collegamenti in rete efficienti e sicuri.



- VIDEOCONFERENZA: interazione audio/video tra operatore e consulente; trasmissione in diretta delle immagini ecografiche per consentire al consulente di collaborare alla scansione ecografica delle strutture cardiache.
- STORE-AND-FORWARD (DICOM): registrazione delle immagini ecografiche e invio al server FTGM per consentire una revisione a risoluzione nativa ai fini di una valutazione diagnostica definitiva.
- CARTELLA CLINICA INFORMATIZZATA, accessibile a distanza nel sistema informatico FTGM, per la documentazione dell'esame diagnostico, acquisizione del consenso informato e refertazione condivisa tra medico operatore e consulente FTGM.

Modalità operative:

- stipula accordi di sperimentazione FTGM ed ASL/AOU;
- promozione della Regione Toscana (Assessorato Salute);
- formazione del personale medico dei centri collegati;
- definizione di percorsi diagnostico-terapeutici;
- collaborazione FTGM con Az.USL/AOU in ambito clinico/sanitario e con ESTAR in ambito tecnologico.

Stato di avanzamento

- Ad oggi, operative le postazioni di teleconsulto nelle Aziende USL Toscana nord-ovest (Portoferraio, Lucca e Pontremoli), Toscana centro (Empoli), Toscana sud-est (Arezzo, Bibbiena);
- In corso installazione a Prato e Pistoia;
- Interesse da parte delle Aziende USL e AOU per installazione in altri presidi (Grosseto, Pontedera, Garfagnana, AOU Siena, AOU Meyer);
- Copertura regionale prevista entro metà 2017.



Postazione tipica

Criticità

- Coordinamento implementazione delle postazioni su scala regionale:
 - Adozione modello di accordo di sperimentazione (già stipulato con ex-ASL attivate e in corso di stipula con Azienda USL Toscana sud-est)
 - Modello Informativa – consenso informato
- Organizzazione assistenza/manutenzione delle postazioni (in collaborazione con ESTAR);
- Collaborazione tra i medici per sviluppare una "rete pediatrica" regionale.

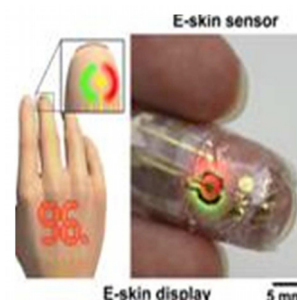
Prospettive

- Ecocardiografia fetale (esperienza FTGM in alcuni centri nei Balcani): il "trasferimento in utero" costituisce la modalità più sicura per la correzione di gravi cardiopatie, soprattutto nei casi in cui l'intervento deve essere effettuato alla nascita;
- Follow up di pazienti pediatrici sottoposti ad intervento di cardiocirurgia;

- Collegamento altri centri Hub di 3° livello (Azienda Ospedaliera Universitaria "Meyer");
- Collegamento con aree extra-Toscana (Sardegna: AOU-Cagliari, altri Paesi: v. Slovenia, Balcani).

1.6.4 — L'era dei sensori indossabili: dai cerotti registra-ECG e lattati, alla pelle bionica che 'sente' i tumori

Si avvicina a grandi passi l'era dei sensori 'indossabili', quelli che permettono di monitorare in tempo reale i segnali elettrici e biochimici dell'organismo o di rilevare la presenza di varie malattie, tumori compresi. Ci si lavora in tutto il mondo come dimostrano due recenti ricerche, una americana della *University of California* San Diego, l'altra giapponese.



I bioingegneri californiani hanno messo a punto un *device* flessibile e indossabile, capace di rilevare segnali elettrici, come l'elettrocardiogramma, e biochimici, come i livelli di lattato. Il mini-*device* è pensato per essere 'indossato' sulla superficie anteriore del torace, alla base dello sterno, da dove invia le sue rilevazioni in modalità *wireless* o *bluetooth* ad uno smartphone o a un computer. Potrà essere utilizzato sia dagli atleti durante gli allenamenti, che dai cardiopatici collegati 'senza filo' al loro cardiologo. Questi sensori potrebbero essere ad esempio di grande utilità al mondo della medicina dello sport come strumento per ottimizzare i regimi di allenamento degli atleti, ma potrebbero aprire anche a nuove modalità di prevenzione e di gestione delle cardiopatie. Il cerotto 'Chem-Phys' è stato messo a punto da un *team* di nanoingegneri e di bioingegneri del *Center for Wearable Sensors* di San Diego, che hanno pubblicato i risultati del loro lavoro su *Nature Communications*. "Il nostro device – spiega Patrick Mercier della Jacobs *School of Engineering* dell'Università di San Diego - è una sorta di *tricorder* indossabile che può misurare simultaneamente analisi chimiche e segnali elettrofisiologici ventiquatt'ore al giorno". La maggior parte dei sensori indossabili attualmente in commercio è in grado di rilevare un unico segnale per volta, come il numero dei passi fatti o il battito cardiaco. Quasi nessuno è in grado di misurare segnali chimici, come i lattati. Un gap questo che il lavoro dei bioingegneri californiani ha cercato di colmare. Il risultato è una specie di cerotto con stampato al centro un sensore per i lattati, circondato da due elettrodi per il rilevamento dell'ECG. Il cerotto è stato testato su tre soggetti sottoposti a 30 minuti di attività fisica intensa su una *cyclette* e i risultati ottenuti sono definiti del tutto affidabili. La prossima sfida sarà di aggiungere altri sensori al 'cerotto', quali quelli per la misurazione del potassio e del magnesio.

Viene invece dal Giappone una 'pelle' bionica (la *e-skin*) in grado di 'sentire' i tumori. Chi la indossa acquisisce dei super poteri degni di un X-man. L'idea di Takao Someya, lo scienziato dell'Università di Tokyo che ha messo a punto la *e-skin* è quella di dotare i medici del futuro di speciali guanti fatti di pelle bionica in grado di potenziare all'infinito le capacità sensoriali e di sentire ad esempio un nodulo tumorale minuscolo a livello di una mammella, rilevando la differenza di densità rispetto al tessuto sano. La pelle elettronica potrebbe essere indossata come un guanto o altro indumento, ma anche 'tatuata' nel corpo o addirittura inserita intorno ad un organo per monitorarne le funzioni 'da dentro', come i livelli di ossigenazione durante un intervento chirurgico; oltre a potenziare le capacità diagnostiche dei medici, potrebbe essere indossata dai pazienti per monitorare una serie di parametri. Le potenzialità della *e-skin* sono insomma infinite. Soprattutto da quando i materiali utilizzati sono sempre più flessibili ed estensibili; e ormai si guarda anche a quelli biodegradabili. Gli scienziati giapponesi, scrivono su *Science Advances*, di essere riusciti a mettere a punto una *e-skin* di

ultima generazione super sottile, spesso meno di 2 micrometri (due millesimi di millimetro), alla quale sono stati fatti aderire degli elettrodi trasparenti ITO (*indium tin oxide*). Partendo da questi 'ingredienti' i giapponesi sono riusciti a realizzare dei LED polimerici spessi tre micrometri (PLED *polymer light-emitting diodes*) e dei fotodetettori organici (OPD), sufficientemente sottili da poter essere applicati alla pelle e così flessibili da adattarsi ai movimenti del corpo. Una tecnologia che si presta ad esempio a mostrare 'in diretta', grazie alla loro capacità di emettere una radiazione luminosa, i livelli di ossigeno nel sangue o la frequenza cardiaca. "L'avvento dei cellulari – ricorda Someya – ha rivoluzionato il nostro modo di comunicare. Ma questi strumenti di comunicazione, per quanto sempre più piccoli, restano tuttavia sufficientemente 'ingombranti' da dover essere portati con noi. Cosa succederebbe se avessimo a disposizione dei *display* in grado di aderire al nostro corpo e magari capaci di mostrare le nostre emozioni, il nostro livello di stress o di disagio? Oltre ad eliminare il 'fastidio' di doverci portare dietro il cellulare, questo migliorerebbe le nostre capacità di interazione con le persone che ci circondano e aggiungerebbe nuove dimensioni al modo di comunicare". (Fonte: <http://www.quotidianosanita.it/>)

1.6.5 — Sistema di home care per monitoraggio di attività motoria

È sempre più evidente come la Telemedicina influisca positivamente sulla qualità dell'assistenza sanitaria integrando le cure tradizionali allo scopo di migliorarne l'efficacia e l'efficienza, soprattutto in quei casi in cui la residenza del paziente costituisca un fattore limitante per la continuità dei trattamenti. Anche nell'ambito della riabilitazione motoria il Telemonitoraggio può migliorare la qualità della vita di pazienti cronici, attraverso soluzioni che gli consentano di seguire una terapia personalizzata senza doversi spostare da casa.



L'obiettivo di questo lavoro è quello di realizzare un sistema in grado di fornire continua assistenza a tutti quei pazienti che devono seguire una terapia riabilitativa domiciliare, sfruttando le funzionalità del sensore Microsoft Kinect. Attraverso la misura delle variabili cinematiche relative al movimento e all'analisi e la trasmissione di queste informazioni attraverso il Web si tenta di instaurare un canale di comunicazione tra medico e paziente finalizzato alla valutazione e correzione delle performance motorie di quest'ultimo. Questo avviene, in prima battuta, in modo automatico attraverso l'algoritmo Dynamic Time Warping, che fornisce al paziente una stima della correttezza della sua prestazione e, in un secondo momento, mediante il giudizio del medico che può controllare i parametri misurati, inviare commenti e consigli ed eventualmente modificare la terapia.

Introduzione

L'aumento delle malattie croniche invalidanti e il generale invecchiamento della popolazione rendono necessario un ridisegno strutturale ed organizzativo dei servizi sanitari nel campo della riabilitazione motoria. Una risposta a questa esigenza può essere trovata attraverso sistemi di ICT (Information and Communication Technologies) che forniscono il supporto tecnologico per favorire lo spostamento dei trattamenti dalle cliniche all'abitazione del paziente.

Un approccio di questo tipo è estremamente flessibile in quanto lascia il paziente libero di programmare da solo gli orari delle proprie attività, garantendo allo stesso tempo la supervisione da parte del medico

specialista che può monitorare costantemente i suoi progressi e intervenire qualora lo ritenga opportuno. Un sistema come questo ha le potenzialità per fornire un servizio valido al paziente conducendo inoltre ad un potenziale contenimento della spesa sanitaria.

Il progetto si divide in 4 parti fondamentali:

- Analisi e riproduzione del movimento;
- Comunicazione client/server;
- Realizzazione dell'interfaccia grafica;
- Valutazione delle performance.

Nell'ottica di un sistema di Home-Care si è dovuto valutare quindi diversi aspetti fondamentali tenendo conto del fatto che le specifiche essenziali di questo progetto sono:

- La sicurezza dei dati sensibili trasmessi in rete per la tutela della privacy;
- La facilità di utilizzo per rendere anche l'utente inesperto autonomo nell'uso dell'applicativo;
- Il contenimento dei costi.

Sensore Microsoft Kinect

Per rendere l'applicazione fruibile ad un utenza quanto più vasta possibile è necessario ridurre al minimo il costo del sistema. L'unica tecnologia di motion capture in grado di garantire una qualità adeguata ad un prezzo accettabile sono le telecamere di profondità, in particolare la Microsoft Kinect utilizzata in questo lavoro è la migliore tra i sensori di questa categoria.

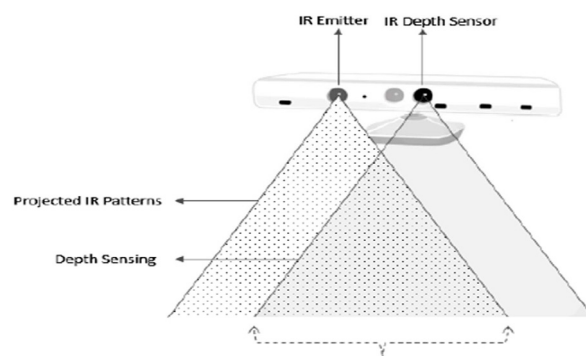


Figura 5. Funzionamento del sensore di profondità

La caratteristica principale di questo dispositivo è la sua capacità di calcolare la mappa di profondità. Sfruttando un emettitore di luce infrarossa, in grado di proiettare un pattern 2D pseudo-casuale di punti e una telecamera sensibile alla stessa banda, è possibile acquisire l'immagine IR della scena. Analizzando la distorsione subita dal pattern proiettato sulla superficie degli oggetti, è possibile stabilire la distanza di ciascun punto.

A partire dalla mappa di profondità il driver utilizzato (Microsoft Kinect SDK v1.7) è in grado di misurare la posizione dei principali 20 punti di repere anatomici fornendo inoltre il livello di confidenza del tracking (Tracked, Inferred o Not Tracked). In uno studio di controllo posturale condotto da Clark et al. ([2]) si evidenzia che i dati forniti dalla Kinect sulla posizione dei repere anatomici e sull'orientazione del busto hanno un'eccellente validità se confrontati con quelli del Gold Standard (Vicon Nexus V1.5.2). Tuttavia presenta delle limitazioni riguardanti principalmente:

- Incapacità di valutare le rotazioni interne/esterne delle articolazioni degli arti periferici;
- Deviazioni proporzionali nella misura della posizione di bacino e sterno;
- Incapacità di localizzare i joint in caso di "self-occlusion".

Nonostante questo Kinect risulta essere uno strumento estremamente promettente nell'ambito di applicazioni cliniche che prevedono un'analisi del movimento o della postura in quanto ha numerosi vantaggi rispetto ad altri sistemi motion capture:

- Si tratta di una telecamera leggera e compatta che può essere trasportata ovunque senza difficoltà;
- Fornisce i dati in real-time e può quindi essere utilizzata in applicazioni di realtà virtuale;
- Non ha bisogno di markers da applicare al corpo né di tute particolari;
- Non è necessaria nessuna fase di setup del sistema;
- Non richiede alcun tipo di calibrazione;
- Ha un prezzo assolutamente competitivo.

L'applicativo

Tutti i dati necessari all'applicazione sono contenuti all'interno di un database MySQL su un server remoto che può comunicare con ciascun client mediante degli script PHP contenuti su un Server Web Apache.

Per quanto riguarda la trasmissione sicura dei dati sensibili sul Web, la password è crittografata mediante codifica SHA-256 ed è stato realizzato un metodo negli script PHP che scongiura l'eventualità di un attacco informatico di tipo SQL-Injection.

Il software client è stato realizzato con il motore grafico Unity3D e contiene tre interfacce: all'avvio si apre il **Login** che permette ad un utente di registrarsi e di autenticarsi e che, sulla base del suo profilo, apre l'**Interfaccia del medico** oppure **quella del paziente** caricando solo le informazioni relative all'utente che si è effettivamente autenticato.

L'idea è quella di consentire al fisioterapista di registrare dei movimenti relativi a specifici esercizi motori mediante la telecamera Kinect e di salvarli sul database. Questi esercizi potranno essere utilizzati, successivamente, per pianificare una terapia riabilitativa specifica per ogni paziente: per far questo è stata implementata un'agenda, tramite la quale il medico può specificare uno o più esercizi, tra quelli preventivamente registrati, che il paziente dovrà svolgere in una certa data.

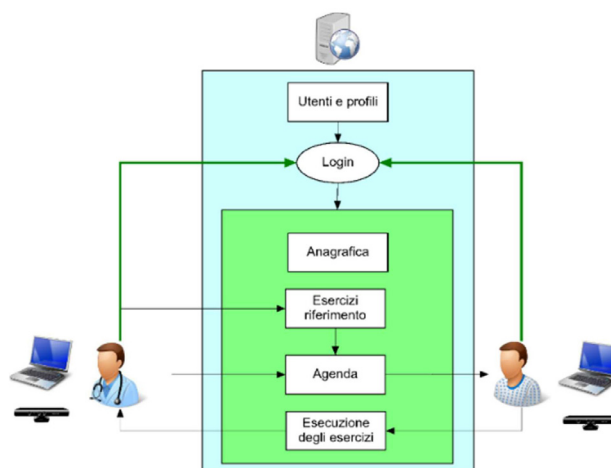


Figura 6. Schema dell'applicativo

Ciascun paziente potrà quindi accedere ogni giorno dalla propria abitazione agli esercizi che il suo medico ha predisposto per lui. Il software realizzato permette al paziente di visualizzare un'anteprima del movimento che dovrà eseguire; solo quando il paziente si sentirà pronto potrà decidere di iniziare l'esercizio. Durante l'allenamento sullo schermo vengono mostrati due avatar che riproducono rispettivamente il movimento corretto di riferimento e quello effettivamente eseguito paziente. È stata inoltre implementata una barra che esprime la percentuale di correttezza della posa istantanea.

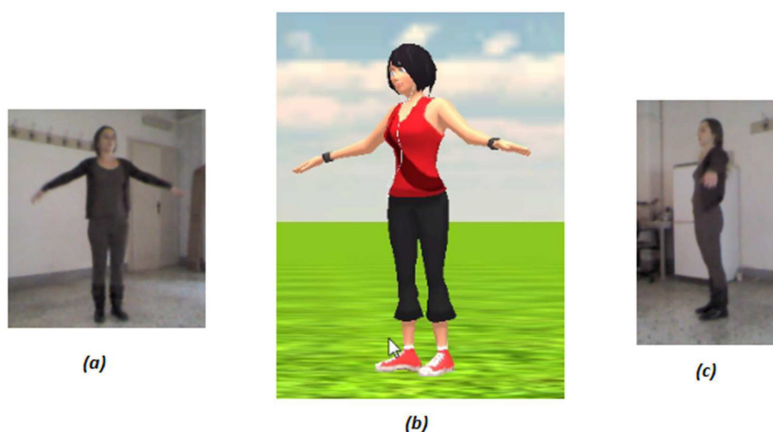


Figura 7. (a) Immagine ripresa dalla Kinect 1, (c) immagine ripresa dalla Kinect 2, (b) posa assunta dall'avatar

L'applicativo funziona con singola o doppia telecamera, in modo autonomo; cioè, sulla base del numero di dispositivi effettivamente collegati al pc.

Al termine della realizzazione del prototipo è stata effettuata la valutazione della qualità dell'esecuzione del movimento attraverso l'algoritmo Dynamic Time Warping.

Dynamic Time Warping

È una tecnica di *Template Matching* in grado di trovare l'allineamento ottimo tra due generiche sequenze anche quando queste presentano delle deformazioni non lineari lungo la dimensione temporale. In letteratura si trovano diversi esempi ([8], [11]) in cui viene utilizzata per analizzare sequenze di movimenti registrati tramite Kinect.

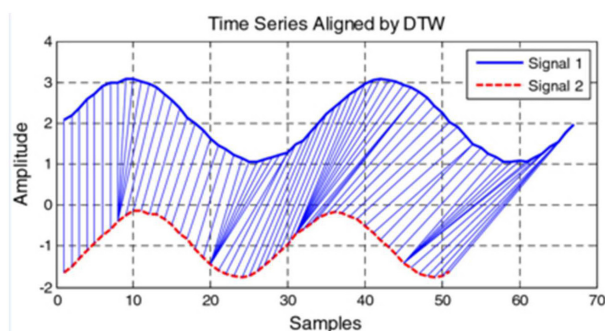


Figura 8. Allineamento di due sequenze con DTW

1.6.6 — Altre esperienze di telemedicina

Ticuro

La telemedicina ospedaliera sta godendo di particolare attenzione grazie ai grandi e provati benefici clinici (riduzione della mortalità e delle complicanze), logistici (riduzione di trasferimenti inappropriati) e, di conseguenza, economici (riduzione delle giornate di degenza, ridotto costo dello staff) che ha dimostrato portare alle aziende sanitarie. Scopo della soluzione TiCuro, piattaforma di Healthy Reply per la telemedicina, il telemonitoraggio e l'analisi delle abitudini comportamentali, è l'abilitazione dell'assistenza remota per garantire al cittadino-paziente la continuità assistenziale e di cura. Sviluppata seguendo il nuovo modello di business sanitario che pone il paziente al centro dell'intero processo di cura, la piattaforma fa leva sulle più appropriate tecnologie ad oggi disponibili che garantiscono un'estrema semplicità di utilizzo, efficacia, il controllo dei costi e l'adeguata riservatezza. L'obiettivo della piattaforma è quello di prolungare il più possibile il buono stato di salute e di garantire un adeguato stile di vita al cittadino-paziente a casa propria, permettendogli di rimanere circondato dai propri comfort e dai propri affetti. È infatti dimostrato che i pazienti assistiti tramite telemedicina e monitoraggio remoto migliorano sia la fiducia in se stessi, sia incrementano la capacità di affrontare la vita quotidiana, aumentando la propria indipendenza e riducendo la probabilità di un futuro ricovero ospedaliero.

Una delle principali caratteristiche di TiCuro è l'integrazione, a livello di servizio, dei dati raccolti attraverso il monitoraggio dei parametri clinici e delle abitudini dell'utente-paziente. L'analisi incrociata delle due differenti tipologie di dato serve, per primo, a definire in maniera più accurata l'impatto degli scostamenti sull'individuo monitorato nelle abitudini e nei parametri clinici e, secondo, a prevenire possibili problemi attraverso la pianificazione di azioni mirate da parte della struttura medica di riferimento.

Nell'ambito della telemedicina, intesa come il rilevamento dei parametri vitali (es. battito cardiaco, saturazione di ossigeno nel sangue, pressione sanguigna, peso corporeo), TiCuro integra servizi che riguardano aspetti di prevenzione, trattamento e cura. Il sistema, collezionando per un certo periodo le misure rilevate, è in grado di creare il profilo clinico dell'utente e di valutare lo scostamento dei parametri sia rispetto alle soglie cliniche di riferimento, sia rispetto a quelle specifiche del singolo individuo.

L'operatore sanitario visualizza il profilo dell'utente e monitora l'andamento nel tempo delle misure cliniche e gli allarmi generati automaticamente dal sistema per valutare lo stato di salute dell'utente-paziente ed eventualmente decidere l'inizio di una determinata terapia.

L'utilizzo di sensoristica non invasiva, abilita allo scambio on line di dati tramite tecnologie IoT, Cloud e Mobile, unito a sistemi di supporto alle decisioni ed analisi comportamentale, permette l'interazione medico-paziente a garanzia dell'assistenza remota e della continuità di cura per le più svariate tipologie di pazienti.

La soluzione TiCuro è compatibile con numerosi dispositivi biomedicali, wearable device e dispositivi per il wellness (e.g. coagulometro, sfigmomanometro, termometro, pulsossimetro, glucometro, bilancia, elettrocardiografo).

Gli attori

Gli operatori sanitari pubblici e privati (e.g. siano essi appartenenti a grosse strutture ospedaliere, piccole cliniche, RSA – Residenze Sanitarie Assistenziali, ambulatori, centri diagnostici, case di cura, cooperative sanitarie, farmacie, ecc.) si trovano oggi ad affrontare, di pari passo con l'invecchiamento progressivo della

popolazione, il significativo aumento della domanda di cura, in particolare, di quelle patologie croniche e invalidanti. L'impiego di TiCuro costituisce un passo in avanti nella risoluzione di questa problematica, permettendo di razionalizzare i processi interni e offrendo servizi di prossimità, in mobilità e a domicilio, e ottimizzando la gestione del paziente e del suo percorso di cura.

L'utilizzo di TiCuro può essere esteso alle imprese per consentire la creazione di piani benessere a garanzia di una migliore qualità della vita ai dipendenti, oltre che una maggior efficienza nella gestione dei check-up aziendali. Inoltre, TiCuro offre nuove possibilità di business agli operatori dei settori assicurativo e bancario, abilitando l'identificazione di prodotti specifici assicurativi e pacchetti benessere, per un incremento della base clienti, un'estensione del portafoglio prodotti e la creazione di nuovi piani di salute.

I benefici

- Diminuire i tempi di attesa dei consulti specialistici, grazie alla possibilità di svolgere sessioni di televisita;
- Razionalizzare i costi, grazie ad una deospedalizzazione anticipata abilitata ad esempio dal monitoraggio remoto di parametri sanitari;
- Ridurre la frequenza di rientri in struttura, grazie ad una maggior efficacia del percorso terapeutico dovuta all'analisi in tempo reale di un maggior numero di parametri sanitari ed ambientali;
- Migliorare la relazione tra paziente e struttura grazie alla possibilità di centralizzare tutti i dati del paziente, medici e non, in un unico sistema;
- Programmare tutti gli aspetti del percorso di cura (prescrizioni, visite specialistiche, follow-up, ecc...) per personalizzarlo sia sulla base della storia clinica del paziente, sia sulla personale evoluzione del quadro sanitario;
- Rendere più efficiente il percorso terapeutico grazie all'analisi in tempo reale di un maggior numero di parametri sanitari ed ambientali;
- Prevenire episodi acuti e ricadute per permettere al paziente di vivere con maggior serenità la sua condizione, supportando altresì riabilitazione e recupero funzionale nel comfort dell'ambiente domestico;
- Monitorare costantemente il paziente, usufruendo, in caso di necessità, di sessioni di televisita e refertazione remota con medici specialisti, senza che il paziente debba necessariamente essere spostato;
- Ampliare lo spettro delle analisi e dei test che possono essere effettuati in locale.

1.7 — Blockchain Sanità

Concludiamo questo capitolo con un testo introduttivo tratto da un report sulle potenzialità della tecnologia Blockchain (scritto dal Chief Scientific Adviser del governo britannico).

Il nostro intento è quello di stimolare i lettori a riflettere sulle opportunità che tale nuova tecnologia possa portare nel nostro sistema sanitario.

1.7.1 — Tecnologia Blockchain, cos'è?

Gli algoritmi utilizzati con la tecnologia Blockchain consentono la creazione di registri distribuiti. Sono algoritmi molto potenti che porteranno dirompenti innovazioni trasformando l'erogazione di servizi pubblici e privati e migliorando la produttività attraverso una vasta gamma di applicazioni.

I registri sono stati al centro del commercio fin dai tempi antichi e sono utilizzati per registrare molte cose, più comunemente attività legate al denaro ed alla proprietà.

Negli anni l'uomo ha spostato la fase di registrazione delle informazioni dalle tavolette di argilla al papiro, alla pergamena, alla carta fino ad arrivare al byte.

L'unica notevole innovazione di questi ultimi decenni è stata l'informatizzazione, anche se inizialmente comportava in un semplice trasferimento dalla carta al byte. Oggi, per la prima volta, esistono degli algoritmi che consentono la creazione collaborativa di registri digitali distribuiti con proprietà e funzionalità che vanno ben oltre il classico uso dei registri cartacei tradizionali.

Un registro distribuito è essenzialmente un database di risorse che possono essere condivise attraverso una rete di siti multipli, aree geografiche o istituzioni. Tutti i partecipanti all'interno di una rete possono avere la propria copia identica del registro. Eventuali modifiche al registro si riflettono in tutte le copie in pochi secondi, al più in pochi minuti. Le attività possono essere di natura finanziaria, legale, fisica o elettronica. La sicurezza e l'accuratezza delle attività memorizzate nel registro sono mantenute crittograficamente attraverso l'utilizzo di 'chiavi' e firme per controllare chi può fare ciò che è condiviso all'interno del registro.

Le voci possono essere aggiornate anche da uno, alcuni o tutti i partecipanti, secondo le regole concordate dalla rete.

Alla base di questa tecnologia c'è un sistema informatico nato nel 2008 e denominato 'Blockchain', che è stato inventato per creare del denaro digitale (Bitcoin) utilizzabile in un'architettura peer-to-peer mediante appunto "algoritmi catena". L'obiettivo di tale tecnologia è consentire transazioni Bitcoin aggregate in 'blocchi' aggiunti a loro volta ad una 'catena' di blocchi esistenti utilizzando una firma crittografica.

Il libro mastro Bitcoin è costruito in maniera distribuita e 'permissionless', in modo che chiunque possa aggiungere un blocco di transazioni controllando però se è in grado di risolvere un nuovo puzzle di crittografia per aggiungere ogni nuovo blocco. L'incentivo per fare questo è che esiste attualmente un premio sotto forma di venticinque Bitcoin assegnati al risolutore del puzzle per ciascun 'blocco'. Chiunque abbia accesso a Internet ed abbia la potenza di calcolo per risolvere i puzzle di crittografia può aggiungere blocchi al libro mastro. Coloro che hanno queste proprietà vengono riconosciuti come "i minatori Bitcoin".

L'analogia mineraria è adatta perché il processo di estrazione mineraria Bitcoin è ad alta intensità energetica in quanto richiede una grande potenza di calcolo. E 'stato stimato che il fabbisogno energetico per eseguire Bitcoin è di circa 1 GW e può essere paragonabile al consumo di energia elettrica dell'Irlanda.

Bitcoin è l'equivalente online del denaro contante, il registro delle operazioni garantisce l'autenticità delle operazioni stesse.

Ma attenzione, questo paragrafo non vuole essere un trattato di Bitcoin.

Questo paragrafo vuole porre l'attenzione su tecnologie algoritmiche utilizzabili per registrare, attivare e garantire una vasta gamma di operazioni ed il loro potere di trasformare i registri.

Quindi il "blocco di base" con "l'approccio catena" può essere modificato per incorporare le regole, i contratti intelligenti, firme digitali e una serie di altri nuovi strumenti.

I libri mastro distribuiti hanno il potenziale per aiutare i governi a raccogliere le tasse, offrire vantaggi, rilasciare passaporti, assicurare la catena di fornitura di beni e in generale assicurare l'integrità dei documenti governativi e servizi.

Nel NHS, la tecnologia offre la possibilità di migliorare la salute attraverso la condivisione in modo sicuro di record in base a regole precise.

Per il consumatore di tutti questi servizi, la tecnologia offre la possibilità, a seconda delle circostanze, di controllare l'accesso ai record personali, coinvolgendo i grandi sistemi informatici esistenti situati all'interno di una singola istituzione.

Di solito si tratta di sistemi altamente centralizzati con un elevato costo di disaster recovery, sistemi che possono essere vulnerabili ad un attacco informatico ed i dati da essi contenuti sono spesso fuori sincrono, non aggiornati o semplicemente imprecisi.

Al contrario, i registri distribuiti sono intrinsecamente difficili da attaccare perché invece di un unico database, ci sono più copie condivise dello stesso database, in questo modo un cyber-attacco dovrebbe attaccare tutte le copie contemporaneamente per avere successo.

La tecnologia è inoltre resistente al cambiamento non autorizzato o di malintenzionati, in quanto i partecipanti alla rete potranno individuare subito una modifica ad una qualunque parte del registro.

Ma questo non vuol dire che i registri distribuiti non siano vulnerabili ai cyber-attacchi, perché in linea di principio chiunque può trovare un modo per modificare legittimamente una copia e di conseguenza modificare tutte le copie del libro mastro.

Così garantire la sicurezza dei libri distribuiti è un compito importante e la sfida interessante è assicurare la sicurezza dell'infrastruttura digitale, da cui dipendono le società moderne.

I governi stanno iniziando ad applicare le tecnologie distribuite alla contabilità per condurre il loro business. Il governo Estone ha sperimentato tecnologia con registro distribuito per diversi anni utilizzando una forma di distribuzione nota come Keyless Signature Infrastructure (KSI), sviluppato da una società estone, GuardTime. KSI permette ai cittadini di verificare l'integrità dei loro dati sulle banche dati del governo. Sembrerebbe che KSI sia in grado di rendere impossibile compiere atti illegali all'interno delle reti governative anche agli addetti ai lavori con diritti privilegiati.

Questa capacità di assicurare ai cittadini che i loro dati sono organizzati in modo sicuro e preciso ha aiutato a Estonia a lanciare servizi digitali come l'e-Business Register ed e-Tax.

Questi riducono gli oneri amministrativi a carico dello Stato e del cittadino stesso.

L'Estonia è uno dei 'Digital 5' o gruppo D5 delle nazioni, di cui gli altri membri sono il Regno Unito, Israele, Nuova Zelanda e Corea del Sud.

Il mondo degli affari è stato molto veloce nell'apprezzare le possibilità offerte dalla tecnologia Blockchain. I libri distribuiti sono in grado di fornire nuovi modi per assicurare la proprietà, la provenienza dei beni e la proprietà intellettuale.

Ad esempio, Everledger fornisce un libro mastro distribuito che assicura l'identità del diamante, in tutte le sue fasi di lavorazione (estratto, tagliato, venduto).

In un mercato con un livello relativamente alto di contraffazione di carta, rende più efficiente l'attribuzione, e ha il potenziale per ridurre le frodi ed impedire l'ingresso nel mercato di diamanti illegali (ottenuti mediante schiavitù di bambini minatori).

Una sfida importante per questa nuova serie di tecnologie è la comunicazione del suo significato ai politici e al pubblico – e questo è uno degli scopi importanti di questa relazione.

La prima difficoltà nella comunicazione è la forte associazione della tecnologia a catena blocco con Bitcoin. Bitcoin è un tipo di criptovaluta, così chiamata perché la crittografia è alla base della fornitura e del monitoraggio della moneta. Bitcoin crea sospetto tra i cittadini ed i responsabili politici del governo a causa della sua associazione con le operazioni criminali ed i siti commerciali "dell'internet sommerso", come ad esempio l'ormai defunta "Via della Seta".

Cryptocurrencies digitali sono di interesse delle banche centrali e dei dipartimenti di finanza pubblica di tutto il mondo che li stanno studiando con grande interesse.

Questo perché la distribuzione elettronica di denaro digitale offre potenziali di efficienza e, a differenza del denaro fisico, porta con sé un libro mastro di operazioni che è assente nella gestione classica della cassa.

La seconda difficoltà nella comunicazione è la sconcertante serie di terminologia. Un termine che può causare confusione è la parola 'distribuito', che può portare a l'idea sbagliata perché qualcosa distribuita porta a pensare che non sia sotto il controllo dell'autorità o del proprietario.

Questo può o non può essere il caso - dipende dal disegno del registro. In pratica, vi è un ampio spettro di modelli di contabilità distribuiti, con differenti gradi di centralizzazione e diversi tipi di controllo degli accessi, per soddisfare le esigenze di diversi business.

Il messaggio chiave è che, per comprendere appieno la tecnologia, il governo e il settore privato può scegliere il design che meglio si adatta a scopi particolari, bilanciando sicurezza e controllo centrale con la comodità e la possibilità di condivisione dei dati tra le istituzioni e gli individui.

Come la maggior parte delle nuove tecnologie, la piena portata di usi e abusi futuri è solo vagamente visibile. Nel caso di ogni nuova tecnologia la questione non è se la tecnologia è 'in sé e per sé' una cosa buona o cattiva. Le domande sono: quali sono le applicazioni della tecnologia? per quale scopo? Come si applica e con quali garanzie?

Per aiutare a rispondere a queste domande, l'Ufficio del Governo della Scienza della Gran Bretagna ha costituito un gruppo di esperti di alto livello provenienti da imprese, governo e mondo accademico per valutare le opportunità di utilizzare la tecnologia blockChain all'interno del governo e del settore privato, e per determinare quali azioni il governo e gli altri hanno bisogno di prendere per facilitare l'uso benefico della tecnologia ed evitare possibili danni.

In sintesi, la tecnologia blockChain fornisce al governo uno strumento per ridurre le frodi, dovute alla corruzione ed all'uso della carta nei processi amministrativi, contabili.

Essa ha il potenziale di ridefinire il rapporto tra governo e il cittadino in termini di condivisione dei dati, di trasparenza e di fiducia. Stesso discorso si può fare nel settore privato.

Il documento introdotto dal capo consigliere del HM Government della Gran Bretagna delinea otto raccomandazioni principali che coprono la visione, la tecnologia, la governance, privacy e sicurezza, il potenziale dirompente, le applicazioni e la prospettiva globale. Per gli approfondimenti si rimanda il lettore alla versione integrale "Distributed Ledger Technology: beyond block chain A report by the UK Government Chief Scientific Adviser".

1.7.2 — Blockchain si può usare in IoT e sanità?

Le applicazioni della tecnologia blockchain in ambito "*monetario*" sono moltissime, partendo dalla finanza per arrivare ai micropagamenti senza commissione. Ma la blockchain non si applica solo ai soldi, bensì anche allo scambio di dati.

Allora: perché non provare ad applicarlo all'IoT, che ha problemi di sicurezza e tracciabilità? Oppure: perché non pensare ad un Fascicolo di Sanità Elettronica realmente distribuito e governato con questa tecnologia?

Indubbiamente, l'architettura distribuita della tecnologia blockchain offre interessanti vantaggi quali la tra-

sparenza, l'irreversibilità e la verificabilità delle transazioni, oltre a presentare un buon rapporto tra costi ed efficacia. Nella valutazione dei relativi rischi e benefici, tuttavia, bisogna distinguere tra blockchain aperte e interamente distribuite – come quella di Bitcoin e dei suoi numerosissimi cloni – e altri tipi di blockchain private o autorizzate (cosiddette "*permissioned*").

Il *primo problema* è costituito dal carattere fortemente speculativo di questi network e dal predominio di una logica di mercato sugli eventuali servizi di pubblica utilità che potrebbero ospitare. Gestite interamente da privati sulla base di interessi utilitaristici, le blockchain aperte sono estremamente volatili e possono essere abbandonate in qualsiasi momento a causa di dinamiche avverse di mercato, esponendo i cittadini all'interruzione di servizi essenziali o alla perdita della preservazione dei dati nel medio-lungo periodo, senza definizione di eventuali responsabilità legali. A ciò si aggiungono, nel caso di Bitcoin, i rischi relativi alla scarsa sicurezza generale del network e all'uso della crittografia a curve ellittiche, che al momento rende tutti i servizi appoggiati a questa blockchain altamente vulnerabili.

Un *altro fattore problematico* è dato dalla scalabilità del sistema. La crescente molteplicità dei nodi di una blockchain aperta rende lenti e complessi eventuali procedimenti di modifica del protocollo: di conseguenza, il network potrebbe non saper rispondere in maniera pronta ed efficace a improvvise difficoltà tecniche.

Non si può ignorare, infine, come l'ecosistema distribuito di Bitcoin abbia introdotto nella pratica forme latenti, opache o incontrollate di centralizzazione. Diverse ricerche hanno evidenziato come le comunità online aperte tendano a formare dei cluster e l'autorità sia tutt'altro che distribuita. Gli sviluppatori principali del protocollo, ad esempio, detengano la governance di Bitcoin in senso stretto, con significative asimmetrie di potere e di informazione tra sviluppatori, miners, nodi e utenti.

È dunque improbabile che i servizi governativi online possano costituire un'adeguata area di applicabilità per le blockchain aperte. In primo luogo, gli atti pubblici non possono essere soggetti all'interferenza gestionale di interessi privati transitori: il rischio sarebbe infatti quello di affidare i diritti essenziali dei cittadini a una tecno-élite dotata di crescenti poteri di supervisione, ma priva di qualsiasi legittimità formale. Inoltre, la gestione elettronica degli atti pubblici non tollera interruzioni di servizio, guasti e obsolescenza, e richiede alti livelli di performance tecnica, sicurezza, affidabilità, accessibilità e prevedibilità, insieme all'assoluta certezza di preservazione dei dati a lungo termine. Poiché il senso dei contratti sta proprio nella gestione dell'insicurezza, nell'applicare le nuove tecnologie deve necessariamente vincere una logica precauzionale, al di là di irragionevoli aspettative.

Una soluzione a questi problemi può essere data dalle blockchain private o autorizzate, che reintroducono la centralizzazione per finalità istituzionali e di pubblico interesse.

Si tratta di registri sincronizzati e condivisi da pochi nodi, identificabili con permessi d'accesso controllati, che possono essere gestiti da una o più organizzazioni – quali ad esempio le agenzie governative – in modo da assicurare un adeguato livello di coordinazione di rete, affidabilità e sicurezza anche attraverso l'intervento umano, qualora necessario. Non essendo vincolati a meccanismi di verifica speculativi e a tokens, questi ledger hanno innanzitutto il vantaggio di mantenere i dati al riparo dalle interferenze dei mercati delle crittovalute, con garanzia di preservazione a lungo termine. Inoltre, la convalida e la propagazione dei dati nella rete risulterà molto più rapida rispetto alle blockchain aperte, perché priva di quelle gravose prove computazionali richieste dal mining.

La tecnologia blockchain, particolarmente portatile ed estensibile, permette di progettare architetture adatte a qualsiasi esigenza gestionale, con transazioni convalidate attraverso differenti sistemi di ve-

rifica e meccanismi di consenso, e con specifici livelli di controllo, sicurezza, accesso e visibilità dei dati. Rispetto ai tradizionali database di tipo master-slave o multi-master, questa tecnologia può presentare vantaggi significativi in termini di maggiore efficienza, trasparenza, garanzia di autenticità e consistenza dei dati, riduzione dei costi operativi e dei costi infrastrutturali relativi alla sicurezza.

Si tratta tuttavia di una tecnologia non sostitutiva, ma di appoggio al sistema corrente, a causa dei suoi stessi limiti naturali.

La blockchain, ad esempio, non offre garanzie circa l'affidabilità o l'accuratezza dei dati di origine: un documento con dati errati o false informazioni sarà comunque convalidato dal sistema, se il protocollo è eseguito correttamente. Inoltre, la blockchain non conserva i documenti elettronici, ma soltanto il loro hash, per cui risulterà ancora necessaria la conservazione a lungo termine dei documenti cartacei.

Rimangono infine da valutare gli eventuali costi di implementazione nell'amministrazione pubblica, che necessiteranno di un adeguato studio di settore.

www.agendadigitale.eu/infrastrutture/lo-blockchain-per-decentralizzare-i-servizi-governativi-online_2024.htm].

1.8 — Innovazione dalle start-up

Nel parlare di innovazione, ci è sembrato doveroso includere il fenomeno delle start-up, un tema che in questi anni, pur con notevoli ritardi e con alcuni limiti rispetto a quanto si è già verificato in altri paesi (in Italia investiamo in innovazione un quarto rispetto ai paesi con cui competiamo), vede anche nel nostro paese un crescente interesse e parecchie iniziative di valore.

Governo, Università, Fondi privati, Banche, Consulting e grandi Imprese stanno cercando da un lato di creare i presupposti per il decollo di questo modello imprenditoriale, dall'altro di monitorare i risultati prodotti in termini di competitività del sistema-paese, di innovazione brevettabile e scalabile a livello globale e di occupazione.

Scopo di questo paragrafo, che non vuole certo essere esaustivo, è di fare una prima analisi e focalizzare l'attenzione sui punti di forza e di debolezza delle start-up rispetto alle diverse tipologie di innovatori, per poi dare visibilità ad alcuni casi d'uso concreti del settore sanitario, selezionati tra i finalisti 2015 di **BioUpper**, la prima piattaforma italiana di training e accelerazione che supporta nuove idee di impresa nel campo delle scienze della vita.

L'intento è quello di stimolare i lettori a riflettere sulla diversa modalità che hanno le startup nel creare innovazione, diversità che spesso ha portato a nuovi paradigmi ed in alcuni casi a veri e propri modelli "disruptive", basti pensare ai casi di Airbnb nel settore dell'intermediazione immobiliare o ad Uber e BlaBlacar per quelli dei trasporti.

A fronte però di questi risultati eclatanti, soprattutto per quanto riguarda la customer experience, l'approccio a questo tipo di innovazione deve però essere consapevole sia dell'altissima mortalità che hanno la maggior parte di queste iniziative, sia delle fragilità intrinseche delle startup. Il monitoraggio continuo del fenomeno e la vicinanza a questo mondo porta valore alle imprese non solo nell'adozione di quelli che saranno poi i progetti vincenti, ma anche dal semplice "mettere in movimento continuo" il circolo delle idee, prescindendo dai limiti esistenti, in contrapposizione con gli approcci ben più deterministici e strutturati dei grandi centri di ricerca di tipo più istituzionale.

1.8.1 — Caratteristiche distintive delle Start-up

Citando Lucia Chierca, Open Innovation Director di Electrolux, “nella rete degli innovatori, le startup sono l’ecosistema più potente e interessante. Hanno un’idea di business che fa leva su un team con forti competenze (che contano molto di più dell’idea) e con un DNA ibrido fra competenze tecnologiche e di business. Inoltre le startup partono da zero: non hanno barriere mentali nel prendere le decisioni e valutare i rischi, poiché non esiste un business esistente da proteggere e si giocano tutto con la loro idea di business.”

Queste caratteristiche sono quelle che generalmente permettono loro di andare oltre i limiti esistenti, creando spesso qualcosa che nel mercato non c’era sia in termini di modello di business che di soluzione tecnologica. La startup non concentra inizialmente l’attenzione su un prototipo funzionante, ma sulla propria idea innovativa e sulla possibilità di attrarre clienti e finanziatori e quindi di creare un business sostenibile strutturando adeguatamente quella idea. È proprio questo focus iniziale sulla fase concettuale, a volte avulsa dalle difficoltà e dai limiti tecnologici esistenti, che rende così innovativo il loro approccio.

Facendo un approfondimento nel campo dello sviluppo del software, ad esempio, ancorché le startup nascano “agili” ed applichino sistematicamente metodologie di tipo Agile nella fase di sviluppo del proprio software, tale approccio non caratterizza la loro fase iniziale di costituzione, o “Search Phase”, dove è più importante la velocità di apprendimento e test che quella di delivery di una soluzione.

Nella search phase più che di sviluppo Agile si parla di “Pretotyping”, concetto e terminologia sviluppata da Alberto Savoia nel 2009 mentre lavorava in Google come Engineering Director and Innovation Agitator. Una definizione di Pretotyping è la seguente: *“Make sure – as quickly and as cheaply as you can – that you are building the right it before you build it right.”* (assicurati – nel più breve tempo possibile ed al minor costo – che stai realizzando la cosa giusta prima di assicurarti che sia fatta bene).

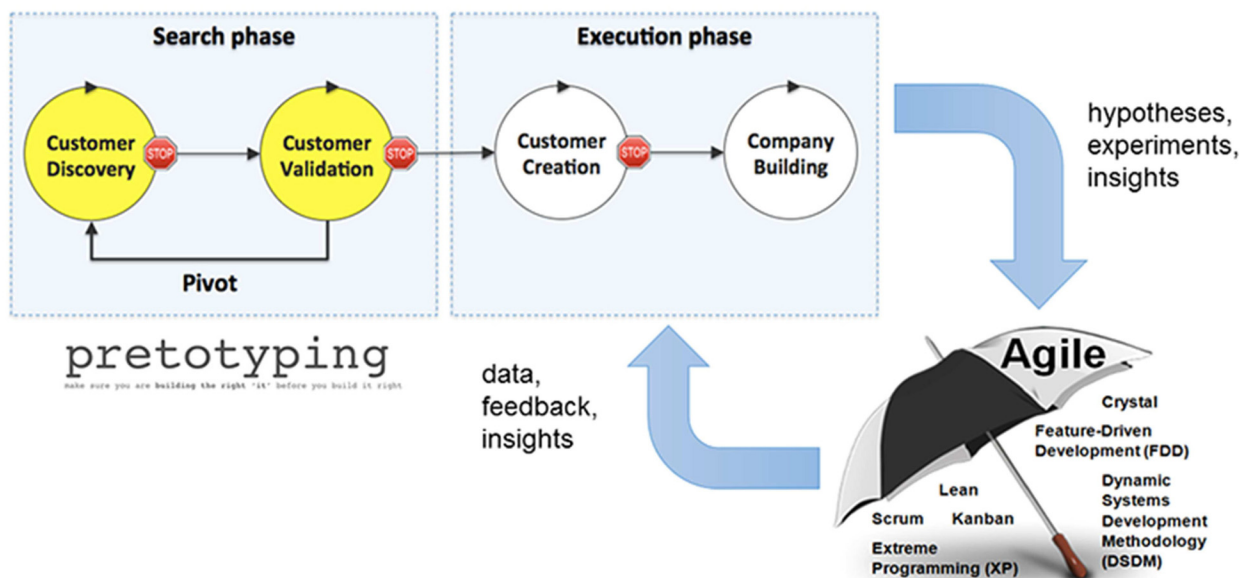


Figura 9

Quando poi fosse superata la fase "Search Phase" e si passa alla "Execution Phase", entrano in campo le metodologie Agili che assumono una estrema rilevanza, poiché la Startup si appresta a consolidare il proprio business, trasformandosi in un'azienda e proponendo soluzioni/prodotti di qualità che assumono via via una centralità crescente, visto che il focus si sposta dalla learning velocity alla delivery velocity.

Di seguito riassumiamo alcuni dei punti principali del Manifesto Agile, che applicando una diversa chiave di lettura, è possibile vedere anche alla base delle specifiche esigenze della "Search Phase", oltre ovviamente alla "Execution Phase":

- è fondamentale lavorare in sinergia in modo collaborativo ed efficace;
- dobbiamo essere capaci di sviluppare velocemente le nostre idee, indipendentemente dal fatto che siano declinate in un prototype o in un prodotto, in modo da apprendere e verificare la strategia;
- l'apprendimento deve essere effettuato direttamente con i nostri potenziali clienti, con chi comprerà e utilizzerà il prodotto;
- è necessario riflettere spesso su quanto appreso e rivedere la nostra idea e la nostra strategia, nonché il modo di lavorare, in funzione di ciò.

A fronte dei vantaggi in termini di innovatività, creatività e velocità delle startup, è bene ricordare anche quelli che sono i loro punti di debolezza. Spesso si tratta di team molto ridotti, inizialmente 2-3 persone dove alle qualità che permettono di abbracciare le sfide tecnologiche del nuovo millennio, vale a dire una solida preparazione tecnica, flessibilità e creatività, si contrappongono lacune anche importanti di tipo manageriale ed organizzativo, con conseguenze spesso drastiche in termini di solidità del modello di business proposto. I problemi principali generalmente sono di non avere le competenze specifiche per l'elaborazione e l'implementazione della strategia commerciale migliore per il lancio del prodotto e/o servizio sul mercato e quelli relativi ai temi di pianificazione e controllo economico-finanziario.

È in questo contesto che i migliori incubatori di startup prevedono dei veri e propri percorsi di accelerazione con servizi di mentorship e tutorship specializzata e finalizzata allo sviluppo del singolo progetto, oltre ad offrire la disponibilità di spazi adeguati e servizi di supporto alle startup di tipo amministrativo, legale, commerciale e tecnologico.

Spesso inoltre la fase di finanziamento di queste realtà è accompagnata dall'entrata in società di un manager con esperienza che sia in grado di organizzare al meglio l'area commerciale, gli aspetti finanziari ed amministrativi ed il controllo economico-finanziario dell'impresa nella sua iniziale fase di crescita.

1.8.2 — Sanità italiana e barriere d'ingresso all'innovazione da Start-up

Nel panorama nazionale sanitario, oltre alle fragilità di cui abbiamo discusso nel paragrafo precedente, esistono altre importanti barriere all'ingresso delle startup innovative, le più importanti delle quali si possono così riassumere:

- il processo decisionale e la mancanza di interlocutori "empowered"
- i budget di spesa per l'innovazione
- modello attuale di procurement, in particolar modo per la PA
- la complessità del sistema
 - architetture attuali

- vincoli normativi
- evoluzione in atto dei modelli organizzativi
- lock-in e resistenza degli incumbent
- la resistenza ai riassetti organizzativi
- il fabbisogno interno non coperto di competenze specialistiche

Il business model e l'attrattività di una startup innovativa, si basa generalmente sulla capacità di scalare velocemente i risultati ottenuti dalla prime fasi, dinamica che si verifica per i nuovi prodotti/servizi nei contesti B2C e nei settori di tipo industriale ogni qualvolta il mercato sperimenta e recepisce un vantaggio concreto dato da un differenziale competitivo con lo status-quo.

Nel contesto sanitario italiano e della PA in particolare, vanno rivisti gli attuali modelli di sourcing in un'ottica più attuale ed innovativa. Il mercato elettronico della pubblica amministrazione (MEPA), nel corso degli ultimi anni, ha eliminato i vincoli sul fatturato permettendo alle startup di accedere e offrire i propri prodotti/servizi, ma le competenze non certificate, l'assenza di curricula, la bassa conoscenza delle procedure pubbliche, la scarsa affidabilità nel lungo periodo e l'offerta di servizi innovativi, non riconducibili ai meta prodotti previsti dai cataloghi elettronici hanno determinato uno scarso livello di offerta da parte delle startup già per le prime fasi di sperimentazione ed impediscono di fatto la creazione di un possibile circolo virtuoso.

Per il superamento di queste ed altre difficoltà legate al tema del sourcing, si stanno sperimentando in Italia i primi casi di procurement innovativo o appalti pre-commerciali, con partnership pubblico/privato, come previsti da direttive comunitarie (Comunicazione della Commissione Europea 14.12.2007 - COM (2007) 799 «Appalti precommerciali: promuovere l'innovazione per garantire servizi pubblici sostenibili e di elevata qualità in Europa»; Direttive Comunitarie 2004/18/EC e 2004/17/EC, regolatrici della materia degli appalti pubblici (lavori servizi e forniture) nei settori ordinari e nei settori speciali). Purtroppo il recepimento di questa nuova modalità non è esente da problemi, come stanno a documentare il recente scandalo Trento RISE, una tra le prime realtà italiane ad adottare modelli di finanziamento «matching found» proprio tramite lo strumento del PCP, ed il richiamo dell'ANAC (Autorità Nazionale Anti Corruzione) del 9 marzo 2016 sull'ambito oggettivo degli appalti pubblici pre-commerciali e relativa disciplina di riferimento.

1.8.3 — Bioupper 2015: i progetti

Nato dalla partnership tra Novartis e Fondazione Cariplo, in collaborazione con PoliHub (5° miglior incubatore universitario nel ranking mondiale e 2° in Europa) e con la validazione scientifica di Humanitas, BioUpper si rivolge ad aspiranti startupper con progetti innovativi, per sostenerli nello sviluppo delle proprie competenze.

Obiettivo di BioUpper è quello di valorizzare e premiare le migliori idee per convertirle in iniziative imprenditoriali concrete e contribuire così attivamente allo sviluppo economico del Paese. Il 74% dei team partecipanti alla prima edizione di Bioupper Italia 2015 si è già costituita impresa.

Math2Ward

Categoria: Dispositivi digitali

Breve descrizione: Math2Ward è una piattaforma che si avvale di specifici algoritmi matematici per offrire in tempo reale a cardiologi e chirurghi cardiovascolari una valutazione "patient specific" del rischio di rot-

tura dell'aneurisma dell'aorta addominale e un'indicazione dei devices da utilizzare in caso di intervento.

BrainControl

Categoria: Dispositivi digitali

Breve descrizione: BrainControl è un dispositivo che consente a pazienti con disabilità fisiche e di comunicazione di controllare mediante il "pensiero" (tecnicamente Brain-Computer Interface) gli strumenti di tecnologie assistive (per es. dispositivi domotici, carrozzine elettriche).

LockMote

Categoria: Patient Service

Breve descrizione: LockMote è una soluzione hardware e software, in fase di brevettazione, che consente di eliminare errori comuni nella fase di somministrazione di sangue e/o farmaci ad alto rischio.

One4Two

Categoria: Dispositivi digitali

Breve descrizione: One4Two è un kit diagnostico per i laboratori che permette di identificare in un unico step analitico le varianti genetiche e cromosomiche correlate all'infertilità di coppia.

EVARplanning

Categoria: Dispositivi digitali

Breve descrizione: EVARplanning è un innovativo sistema computerizzato, destinato agli specialisti vascolari, per la pianificazione e il rendering dell'impianto endo-protetico dell'aorta.

SIENA imaging

Categoria: Dispositivi digitali

Breve descrizione: SIENA Imaging è un servizio di analisi centralizzata di immagini di risonanza magnetica cerebrale, che offre a neurologi e neuro-radiologi accurati biomarkers di danno cerebrale, sia diffuso che focale.

enGENOME

Categoria: Dispositivi digitali

Breve descrizione: È un nuovo servizio via web utilizzabile dai medici per diagnosi veloci basate sulla sequenza genomica, offerta come piattaforma in cloud semplice da utilizzare per processare big data genomici e fornire report diagnostici secondo specifici test.

Reability

Categoria: Dispositivi digitali

Breve descrizione: È una soluzione hardware e software che consente tramite sensori e software di tipo "game" la effettuazione di esercizi di riabilitazione per pazienti di RSI (Repetitive Strain Injury, o Disturbo degli arti superiori da lavoro).

A fronte del successo e dell'interesse riscontrata nella prima edizione, quest'anno si terrà la seconda edizione del Bioupper, che nel momento della stesura del presente documento è nella fase di presentazione dei progetti candidati.

2 — Integrazione e collaborazione: nuove piattaforme e strumenti per migliorare l'efficienza gestionale e l'efficacia clinica

2.1 — Nuovi strumenti di collaborazione

L'onda delle tecnologie digitali di ultima generazione (mobile, cloud, social) sta modificando profondamente e diffusamente comportamenti, modi di relazionarsi, modi di lavorare.

Laddove le attività produttive richiedono comunicazione e collaborazione, le piattaforme di Unified Collaboration & Communication (UCC) rappresentano l'abilitatore ed il supporto del nuovo modo di agire.

Nella Sanità, viene da pensare subito alla multicanalità dei CUP, che così possono interagire con i cittadini tramite voce, SMS, mail, chat; oppure all'audio-video comunicazione che permette di riunirsi senza spostarsi, anche a fini di formazione.

È in questo che le nuove piattaforme integrate di UCC offrono funzionalità sofisticate, tra cui scegliere l'utilizzo più confacente al singolo contesto ed alla specifica attività, restando nello stesso ambiente applicativo.

Contestualizzazione

Le esigenze di comunicare e collaborare si manifestano in tutti i contesti produttivi e di erogazione di servizi: esempi classici sono le riunioni del management, i gruppi di lavoro tematici, lo scambio più o meno strutturato di opinioni, la condivisione di idee, progetti, considerazioni basate su documenti, immagini, video.

Le funzioni aziendali maggiormente coinvolte sono: la Direzione Generale, il Personale, l'Amministrazione, oltre alle funzioni operative di progettazione, produzione, manutenzione. Poi ci sono tutte le funzioni di front-end, cioè che hanno relazioni con i clienti ed i fornitori, che ormai richiedono anche la multicanalità e l'interazione in tempo reale, integrata con i sistemi legacy.

Tutto questo vale anche per il settore della Sanità: ad esempio, l'intero processo di prenotazione-pagamento-accettazione-ritiro referti allarga il perimetro del CUP tradizionale, richiedendo nuove soluzioni, che interconnettono applicazioni software per dare risposte immediate ai cittadini-pazienti su canali diversi (voce, mail, SMA, IM, website) e device di ogni tipo (computer, totem, tablet, smartphone).

C'è infine l'ambito specifico nella Sanità (pubblica e privata, di grandi e piccole dimensioni), che è quello di maggiore complessità, di erogazione delle prestazioni di prevenzione, diagnosi, cura, assistenza.

È qui che questi strumenti possono offrire vantaggi reali se si supera la percezione che la "sanità è diversa dal resto e ci vogliono soluzioni specifiche".

Alcuni esempi:

- la tele-medicina "è" comunicare, collaborare e condividere;
- il consulto nelle attività di diagnosi (chimica e per immagini, visite specialistiche) e nelle fasi di ricovero (118 e Pronto Soccorso) è importante e richiede comunicazione e condivisione;
- nella domiciliarizzazione, nelle attività consultoriali, nelle reti di patologia, nei PDTA, sono coinvolti molteplici soggetti, con diversi ruoli professionali e di responsabilità, che debbono interagire tra loro pur essendo in luoghi diversi e non sempre contemporaneamente, una situazione che richiede contemporaneamente tutte le soluzioni di comunicazione e collaborazione;
- anche i team dedicati alla ricerca e alla sperimentazione di nuove cure e nuove tecniche possono trovare un ausilio nelle soluzioni di Social Project Management.

Comunicazione (e confronto)

Non è solo più, ed è sempre meno la “voce”. Una chiamata si può trasformare in Instant Message (chat), in una conferenza audio o video, anche allargata a gruppi di utenti, e questo durante la stessa sessione.

Si può scegliere la conferenza immediata o pianificata in una “stanza” virtuale riservata, oppure come “evento”, cioè con un moderatore e fino a migliaia di partecipanti in ascolto, condividendo audio/video/contenuti, promuovendo i partecipanti a “presentatori”, registrando l’intera conferenza. Infine, sempre sotto il governo dell’ambiente applicativo, si può comunicare inviando messaggi di testo, vocali o multimediali (file, immagini, video).

Collaborazione (e condivisione)

In un connubio indissolubile con gli obiettivi di comunicazione e confronto, le nuove piattaforme permettono di:

- creare spazi collaborativi condivisi con gruppi diversi di utenti, per condividere documenti, desktop, applicazioni, lavagna
- creare e gestire strumenti di Wiki, forum, chat e newsletter, per stimolare e facilitare la collaborazione
- avere documenti in multi-editing ma soggetti ad autorizzazione dei contenuti, cronologia, versioning, con possibilità di esaminare lo storico delle revisioni, recuperare una determinata versione del documento o effettuare il ripristino ad una determinata versione o alla sua versione più recente
- realizzare archivi organizzati, facilmente ricercabili grazie a motori di ricerca full-text.

Collaborazione sociale

È la nuova frontiera, dove ambito professionale personale e pubblico (interno ed esterno all’organizzazione) si incontrano. Le nuove piattaforme permettono di:

- creare e gestire un proprio sito personale in cui sono riportati gli interessi, le informazioni, le attività, gli argomenti e le conversazioni relative all’utente, seguendo tramite feed – tag discussioni e ricevere notifiche al verificarsi di cambiamenti sui temi seguiti anche su piattaforme social (ad esempio, Facebook, LinkedIn, etc)
- accedere a siti di community per seguire attività, documenti o persone, in modo da poter organizzare comunicazioni e attività condivise
- condividere informazioni tra utenti e gruppi, attraverso chat, blog o microblog, etichettando tramite tag i contenuti e gestendo aggiornamenti “push” con feed, notifiche e alert

Da sottolineare:

- disporre di funzionalità di **“social project management”**, per creare e gestire siti di progetto, in cui condividere informazioni su piani di lavoro, fasi, scadenze, stato di avanzamento delle attività, note, ecc con la possibilità di integrarsi con applicazioni di project management e posta elettronica
- gestire **“community”** e gruppi per organizzare comunicazioni e attività condivise per favorire comunicazioni dirette e lo scambio di informazioni, anche di altre persone con conoscenze in specifiche aree di interesse.

Produttività individuale

L’integrazione delle nuove piattaforme di UCC si estende anche alla cosiddetta **“produttività individuale”**,

che oggi si declina così:

- gli strumenti classici quali elaboratori di testo, fogli elettronici di calcolo, presentazioni multimediali
- gli strumenti avanzati di CMS (Content Management System)
- le funzionalità di tipo interattivo e collaborativo tra utenti
- l'integrazione di calendari (ad esempio, Exchange), delle directory aziendali (ad esempio, MS AD, LDAP) e delle informazioni messe a disposizione dall'Organizzazione in cui si lavora, che possono provenire da sistemi legacy, da azioni collaborative con i team di lavoro, da fonti interne ed esterne.

2.1.1 — Comunicazione e Collaborazione

Nell'attuale contesto della Sanità italiana, che vede un progressivo ampliamento delle dimensioni territoriali ed organizzative delle aziende pubbliche, ma anche delle aziende private, c'è un bisogno crescente dei dipendenti di creare ambienti e team virtuali per comunicare e collaborare in modo efficace e flessibile (anche al di fuori degli schemi organizzativi formali ed in condizioni di mobilità) e, contestualmente, l'esigenza di contenere la spesa senza intaccare la qualità dei servizi erogati a cittadini ed imprese. Uno dei principali strumenti di supporto alla risoluzione di queste esigenze può essere offerto proprio dal complesso di strumenti dell'Information Technology che prende il nome di **Unified Communications & Collaboration (UCC)**.

Si tratta di un insieme di soluzioni hardware e software in grado di unificare, all'interno di una qualsiasi organizzazione, i vari canali di comunicazione e di associarvi innovativi strumenti per la collaborazione digitale, al fine di ottimizzare i processi di business, aumentando l'efficienza ed ottenendo notevoli risparmi.



Figura 10 - UCC Unified Communication & Collaboration (credit to Microsoft)

Prima di capire perché le soluzioni di UCC abbiano tutti i requisiti per diventare la risposta chiave alle nuove e pressanti esigenze della PA, è bene precisare che quando si parla di UCC non si fa riferimento ad un singolo prodotto o servizio, bensì ad una architettura di sistemi telematici che, avvalendosi di mezzi, tecnologie e soluzioni differenti (tipicamente raggiungibili attraverso un'unica interfaccia comune), abilitano all'interno di un'organizzazione la gestione e l'accesso ad ogni tipo di comunicazione e collaborazione, interne ed ester-

ne, sincrone ed asincrone, il tutto in modo unitario e indipendente dai supporti e dai dispositivi adottati per veicolare informazioni e contenuti. In pratica, tali soluzioni affiancano ad una gestione unificata dei diversi canali di comunicazione la predisposizione di spazi virtuali e appositi strumenti per l'abilitazione di una reale collaborazione digitale.

Una completa soluzione di UCC, infatti, si compone di tutta una serie di elementi opportunamente integrati tra loro che, semplificando, possono essere ricondotti a quattro principali categorie:

- **servizi di presence:** permettono di conoscere la disponibilità delle persone sui diversi canali visualizzando lo stato (rilevato automaticamente o impostato dall'utente), di indicare se una persona è disponibile a comunicare, ed eventualmente di inoltrare automaticamente la comunicazione sul canale di contatto più opportuno (ad esempio il cellulare se il soggetto risulta in mobilità);
- **servizi di communication**, *suddivisibili a loro volta in strumenti di telefonia (telephony) e di messaggistica (messaging):* offrono funzionalità orientate alla gestione delle comunicazioni sui diversi canali supportati, quali telefonia fissa (sostituendo o integrando la telefonia tradizionale con il protocollo VoIP - Voice over IP), telefonia mobile, SMS, videofonia, Instant Messaging (IM), e-mail, chat, social network;
- **servizi di conferencing:** consentono di realizzare riunioni remote virtuali attraverso Internet tra più utenti;
- **servizi di collaboration:** permettono di condividere in tempo reale presentazioni e documenti, il desktop e le applicazioni con possibilità di visualizzare e lavorare in contemporanea su oggetti condivisi. Rientrano, infatti, in questa categoria il co-editing di file e documenti, ma anche la semplice condivisione di una lavagna digitale per l'elaborazione congiunta e remota di idee.

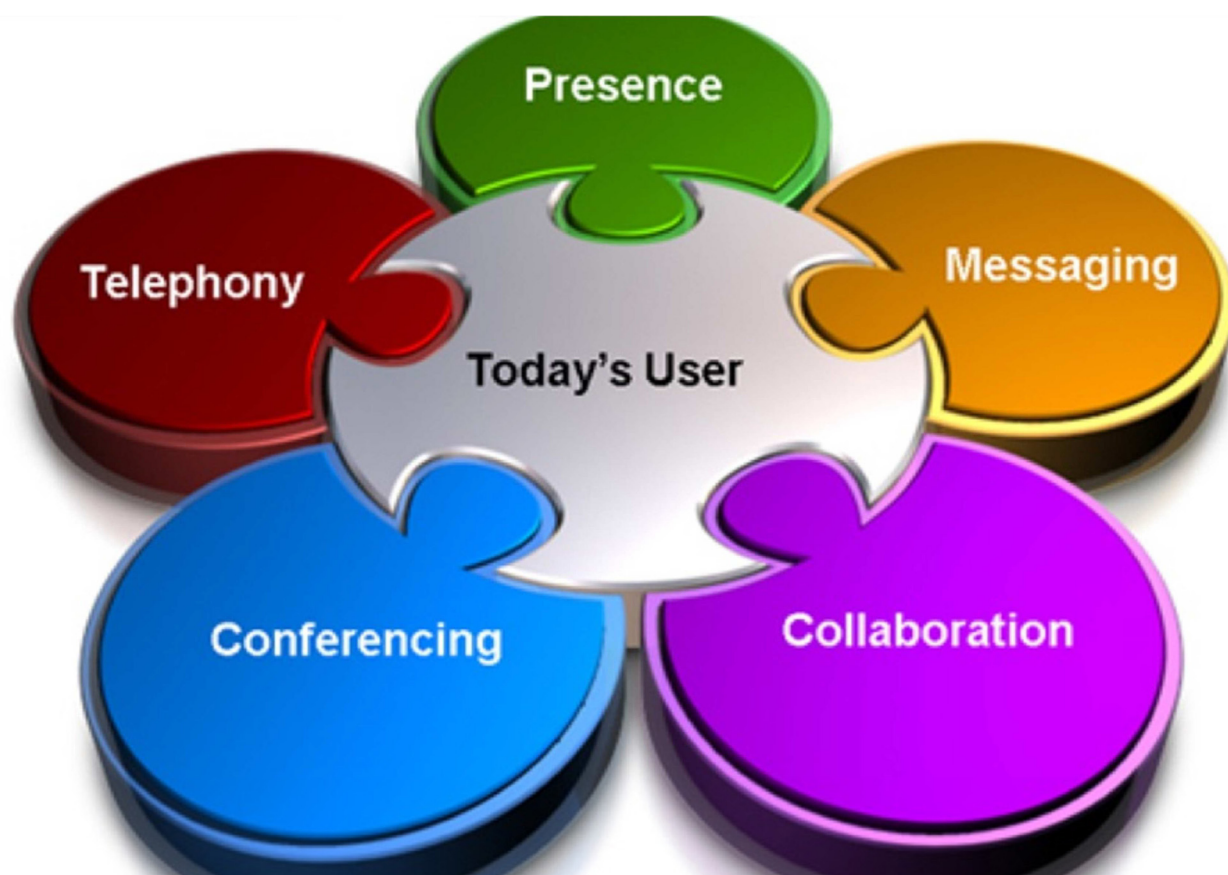


Figura 11- I servizi di una soluzione UCC (credit to MaticMind)

Ci sono benefici molto importanti che si possono ottenere in tempi rapidi e in modo duraturo attraverso una soluzione di comunicazione e collaborazione unificata. Ricordiamo:

- la diminuzione del “communication chaos” e dunque la riduzione di errori e ritardi nelle comunicazioni inter ed intra-organizzative;
- l'integrazione delle comunicazioni per l'utente finale;
- la semplificazione e ottimizzazione dell'infrastruttura tecnologica (riducendo l'hardware, le spese energetiche e lo spazio occupato);
- l'estrazione di maggior valore dalla forza lavoro;
- il conseguente incremento della qualità dei servizi erogati e, dunque, della soddisfazione degli utenti finali (siano essi cittadini/pazienti o imprese);
- e una conseguente ed oggi cruciale riduzione dei costi quali, ad esempio, quelli per gli spostamenti del personale o quelli relativi alla gestione di piattaforme differenti e non perfettamente integrate (Telefonia, E-mail, Instant Messaging, Web Conferencing, Audio/Video Conferencing, etc.).

Oltre all'infrastruttura hardware, questi risultati possono essere raggiunti sovrapponendo ad essa un'architettura software, che permetta tra l'altro:

- l'implementazione di diversi sistemi in un'unica piattaforma omogenea;
- l'integrazione all'interno di strumenti di produttività personale, attraverso i quali gli utenti che quotidianamente creano informazione possano avviare processi di condivisione, di comunicazione sincrona o asincrona, per un rapido reperimento delle informazioni, o ancora di collaborazione, lavorando simultaneamente, ad esempio su uno stesso documento, per essere più rapidi e più efficaci;
- la gestione centralizzata di ogni sistema, usando un unico strumento e minimizzando i costi di formazione, acquisizione e trasferimento di know-how;
- la gestione di funzionalità audio, video e di web-conferencing, per le quali non sarà più necessario acquisire Multipoint Control Unit (MCU) fisiche, con conseguente maggiore praticità di utilizzo e risparmio di costi;
- l'integrazione con il proprio apparato di telefonia analogico o digitale.

Sul fronte dei costi è importante evidenziare, inoltre, che la presenza “contemporanea” di soluzioni VoIP e di una piattaforma di Unified Communications è anche in grado di razionalizzare la spesa per traffico telefonico “fisso-mobilità”.

La possibilità di utilizzare il client software in mobilità da un qualunque accesso Internet può significativamente contribuire a ridurre i costi di chiamate da telefoni mobili: molte chiamate brevi possono facilmente essere sostituite da un instant message. Infatti attraverso la funzionalità di “presence” è possibile – prima di avviare una conversazione telefonica – avere una situazione relativa alla disponibilità della persona (al computer, o già impegnata in conversazione telefonica o in riunione) e quindi attivare la modalità di conversazione più efficace. Inoltre è possibile tramite l'uso di voice gateway GSM di ridurre ulteriormente i costi delle chiamate fisso - mobilità.

Senza dettagliare le tipologie di risparmio e le efficienze che si possono conseguire mediante un attento e diffuso ricorso a soluzioni di UCC, anche solo limitandoci a prendere spunto dalle caratteristiche proprie dell'UCC appena esposte, è possibile intuire il ruolo cruciale che tali tecnologie possono ricoprire nel complesso mondo della Sanità.

A tal proposito, non si può non sottolineare come oggi le aziende sanitarie, per le dimensioni territoriali ed organizzative che hanno assunto o stanno assumendo, si trovino ancor più che nel passato a dover affrontare delle impegnative sfide collegate alla gestione del personale; si va dalla necessità di incrementare le prestazioni dei dipendenti in organico (anche alla luce dei tagli alle assunzioni), all'esigenza di dotare di strumenti adeguati una forza lavoro che è sempre più distribuita sul territorio. Alla luce di questo scenario, strumenti e soluzioni di UCC diventano sempre più oggetto di interesse. Questi ultimi, infatti, aiutano ad affrontare tali sfide, semplificando il modo in cui le persone interagiscono tra loro e con le applicazioni, e consentendo di collaborare in tempo reale mediante più canali (voce, video o dati).

2.1.2 — Collaborazione sociale (Social Business)

Il Social Business è un trend recente che sta rivoluzionando in profondità il modo con il quale le aziende operano e generano valore in collaborazione con il proprio ecosistema (stakeholder, dipendenti, clienti, partner, fornitori).

Mettendo assieme alcuni delle più interessanti indicazioni organizzative, tecnologiche e di business degli ultimi cinque anni si può parlare di Social Business quando un'organizzazione ha messo in campo le strategie, le tecnologie ed i processi atti a coinvolgere sistematicamente tutti gli individui che compongono il proprio ecosistema (dipendenti, clienti, partner, fornitori) nella massimizzazione del valore scambiato. Questa definizione sottolinea che:

- viene a perdere importanza la separazione storica e manichea tra dentro dell'azienda e fuori dell'azienda, avente come corollario un ruolo privilegiato per quelle idee e quelle decisioni che dall'organizzazione vanno verso il mercato (inside-out) rispetto al flusso inverso che dal mercato trasferisce indicazioni verso l'azienda (outside-in);
- gli attori che acquisiscono il ruolo di co-decision maker e di agenti del cambiamento dell'azienda non sono più i manager, ma neanche i soli clienti (come prescritto invece dal Social CRM). Oltre che dai manager, l'evoluzione organizzativa può essere guidata indistintamente dai clienti, dai dipendenti, dai partner e dai fornitori; tutte queste categorie passano dal ruolo di comprimari a quello di co-protagonisti.

Il processo di scambio tra interno ed esterno viene reso possibile da un approccio di coinvolgimento e non di mera comunicazione. Coinvolgere significa accogliere una pluralità di esigenze nell'informare il percorso di crescita e cambiamento organizzativo.

Il motivo ultimo di esistenza dell'organizzazione non è più la sola generazione di valore a beneficio degli stakeholder tradizionali dell'impresa, ma lo scambio di valore tra l'azienda e l'intero ecosistema. È come se improvvisamente il gruppo degli stakeholder si fosse ampliato e l'ecosistema fosse entrato in l'azienda. È opportuno notare come questo scambio miri ad amplificare, in un'ottica di network, e proprio grazie all'ecosistema, il valore generato per i vecchi stakeholder. Il Social Business è quindi un efficientamento del concetto storico di impresa rispetto alle nuove dinamiche del mercato ed ai nuovi comportamenti del consumatore.

In estrema sintesi allora, un Social Business è un'azienda che decide consapevolmente di porsi in una relazione osmotica con il proprio ambiente e che è capace di ricalibrare costantemente se stessa rispetto agli stimoli intercettati.



Figura 12 - (credit to SBF- Social Business Forum 2011)

Quindi il Social Business può accelerare i processi organizzativi migliorando l'efficienza e incrementando il potenziale dell'organizzazione in aree differenti, interne ed esterne all'organizzazione stessa.

All'interno dell'organizzazione:

- Migliorare le performance di business
- Incrementare l'efficienza operativa
- Ottenere risultati più elevati in situazioni di uso intensivo della conoscenza
- Essere in grado di catturare e trattenere conoscenze istituzionali
- Avere maggiore consapevolezza circa le opportunità di business e le richieste di aiuto provenienti dai colleghi
- Aumentare lo scambio e la collaborazione tra differenti settori
- Ridurre il traffico email e l'information overload
- Abbattere i costi di viaggio
- Facilitare l'emergenza di un capitale sociale collettivo
- Migliorare il coinvolgimento e la partecipazione dei dipendenti
- Ridurre i costi di logistica
- Ottenere nuovi livelli di agilità e reattività nel business
- Raggiungere una più alta attrattività dei nuovi talenti
- Ottimizzare i processi interni grazie agli insight provenienti dai clienti

All'esterno dell'organizzazione:

- Ridurre i costi di Customer Care
- Migliorare la fedeltà e la soddisfazione del cliente

- Incrementare il numero di leads generati e di attività chiuse
- Abbreviare il ciclo di fornitura del servizio
- Ridurre i costi del marketing
- Attrarre i migliori talenti
- Far crescere reputazione e visibilità del servizio reso
- Incrementare il numero di “clienti” tramite un utilizzo integrato di differenti canali

Attraverso l'organizzazione:

- Ridurre il “time to market”, cioè il tempo di messa a disposizione del prodotto/servizio una volta individuato il bisogno
- Abbattere i costi di sviluppo del prodotto
- Garantirsi l'accesso a fonti illimitate di idee e feedback per il miglioramento del prodotto/servizio
- Ridurre il rischio ed incrementare le probabilità di successo nel lancio di nuovi prodotti/servizi
- Semplificare lo sviluppo di nuovi modelli di business

2.1.3 — Strumenti per il Social Business

La grande diffusione e pervasività che hanno raggiunto i social network nella vita di tutti i giorni, ha portato a valutarne le potenzialità per un uso aziendale, uso che si può declinare sostanzialmente in due modi.

Verso l'esterno, come strumento di gestione dei contatti con i clienti, della reputazione, di marketing sociale, di comunicazione veloce ed immediata e così via.

All'interno dell'azienda, per aggiungere i social network ai tradizionali canali di comunicazione, e migliorare la diffusione delle informazioni, l'allineamento dei team e dell'organizzazione e, in generale, aumentare il livello della conoscenza aziendale collettiva.

I social media possono essere un valido supporto all'attività di agenzie e organizzazioni di sanità pubblica per migliorare la loro comunicazione su crisi e rischi, e nella prevenzione e il controllo di malattie.

Il Centro europeo per il controllo delle malattie (ECDC) ha pubblicato sul suo sito una guida in cui spiega come gestire al meglio questo strumento. I social media, spiega il documento, sono una piattaforma di comunicazione che consente di informare, ascoltare, educare e responsabilizzare le persone sui temi di salute, e possono essere usati anche per raccogliere dati di sorveglianza. Rendono più rapida la comunicazione durante le emergenze ed epidemie, aiutano a mobilitare le comunità, facilitano i cambiamenti di comportamento e rendono più facile la partecipazione degli utenti. Tra le altre buone ragioni per cui le organizzazioni di salute pubblica dovrebbero usare i social media, ECDC indica il fatto che ormai siano diventati una parte integrante della conversazione sulla salute pubblica con il loro alto numero di utenti.

La caratteristica che rende unici i social media è che consentono di ascoltare e raccogliere riscontri in tempo reale, oltre che comprendere meglio le percezioni e i comportamenti delle persone. Le agenzie di salute pubblica possono adoperarli anche per identificare lacune nei messaggi ed errori di comunicazione, chi può influenzare in modo credibile la conversazione online, nonché per capire cosa sta a cuore alle persone e come sono percepite le stesse organizzazioni. Altro vantaggio non da poco è la riduzione dei tempi di risposta a

domande e commenti, dimostrando così' attenzione da parte dell'organizzazione ai loro utenti. Le agenzie, infine, possono usare i social media anche per incoraggiare gli utenti a condividere storie, foto, video, notizie e osservazioni.

2.1.4 — Produttività individuale

Abbiamo visto che le piattaforme di UCC comprendono anche strumenti che supportano la cosiddetta "produttività individuale"; intendendo non solo i software classici di office automation come gli elaboratori di testo, i fogli elettronici di calcolo, quelli per realizzare presentazioni multimediali, ma anche gli strumenti avanzati di CMS (Content Management System), gli strumenti che danno funzionalità di tipo interattivo e collaborativo tra utenti, e quelli che favoriscono l'integrazione di calendari e delle informazioni.

Spesso questi software vengono proposti organizzati in "suite" che, composte da vari moduli, offrono soluzioni dedicate alle varie funzionalità. Esistono in tale ambito sia soluzioni commerciali (Microsoft Office, iWork ...) che "open source" (OpenOffice, LibreOffice, GNOME Office ...). Negli ultimi anni si stanno inoltre diffondendo anche soluzioni con filosofia "cloud" come Office365 di Microsoft o come OnlyOffice disponibile sia in versione "community" e quindi di uso libero, che in versione commerciale con maggiori funzionalità. Vediamo di approfondire alcuni di questi strumenti prefigurandone anche qualche potenziale specifico utilizzo in ambito sanitario.

2.1.5 — Strumenti di produttività individuale

L'uso di strumenti di produttività individuale in cloud si va sempre più diffondendo.

Le organizzazioni usano sistemi e tecnologie in cloud per aumentare la facilità e la possibilità di accesso ai sistemi stessi, migliorare la qualità complessiva dei servizi, tenendo sotto controllo i costi. A questo aggiungiamo che le soluzioni cloud non richiedono grandi investimenti iniziali in hardware e licenze software e richiedono minori investimenti in risorse umane sia per il progetto iniziale sia per il successivo mantenimento. In particolare, in sanità, l'uso di strumenti di produttività individuale e, in modo particolare, l'uso in cloud di tali strumenti, permette di realizzare o rendere più efficienti un gran numero di processi e di casi d'uso, come, ad esempio:

- la digitalizzazione e la condivisione di informazioni mediche in un ambiente sicuro, protetto e nel rispetto delle varie leggi sulla protezione dei dati;
- una maggiore sicurezza nella conservazione e nella protezione dei dati;
- la possibilità di condividere e di discutere (anche in tempo reale) casi clinici complessi coinvolgendo attori diversi (medici, infermieri, ...) in sedi diverse o anche in mobilità;
- la garanzia del rispetto di procedure e di workflow approvati o raccomandati;
- la possibilità di attivare nuovi servizi di "sanità virtuale" con facilità;
- la possibilità di introdurre o complementare metodi di cura basati sull'evidenza;
- un generale miglioramento nella preparazione di incontri, comitati, gruppi di studio, ...;
- un generale miglioramento nella diffusione delle informazioni, alle persone giuste e velocemente

2.1.5.1 — Office 365

Office 365 è la piattaforma di Unified Communication & Collaboration (UC&C) di Microsoft, disegnata partendo da 4 considerazioni fondamentali:

- **Collaborazione:** il lavoro di oggi è sempre meno un lavoro del singolo, e sempre più una “conversazione” tra due o più individui, permettendo un risultato finale di maggiore qualità
- **Mobilità:** il concetto di produttività passa oggi anche attraverso la possibilità di lavorare da qualunque luogo e con qualunque dispositivo, garantendo gli stessi standard qualitativi di un’attività svolta in ufficio
- **Intelligenza:** tutte le persone prendono decisioni personali e di gruppo in base ai dati in loro possesso, ma poche dispongono di strumenti a supporto che li aiutino ad analizzare grandi, grandissime quantità di dati in modo semplice e intuitivo
- **Sicurezza:** la produttività e la collaborazione non hanno significato se non è nel contempo garantita una gestione sicura e in linea con la vigente normativa di dati e utenti.

La piattaforma Office 365 si basa su una lunga tradizione. Infatti rappresenta la versione cloud di Office Professional Plus, Exchange Server, Skype for Business (in precedenza conosciuto come Lync), SharePoint, Yammer, Delve, OneDrive for Business e molti altri nuovi servizi.

Si tratta quindi di una piattaforma completa e integrata in grado di supportare le organizzazioni nell’erogazione dei servizi sanitari sfruttando appieno le potenzialità della tecnologia, mantenendo sotto controllo i costi. O365, grazie alla profonda integrazione di tutti i prodotti precedentemente elencati, offre tutti i servizi di una soluzione di UCC, ovvero presence, communication, collaboration e conferencing.

Alla luce delle riforme dell’assetto socio-sanitario avviate da alcune regioni (pensiamo al Friuli Venezia Giulia, all’Emilia Romagna, alla Lombardia, alla Toscana, al Veneto), il cui principale obiettivo è il superamento della frammentazione e il miglioramento della continuità assistenziale creando una sanità maggiormente “distribuita sul territorio”, strumenti e soluzioni di UC&C diventano elementi critici di successo. Questi ultimi, infatti, aiutano ad affrontare tali sfide, semplificando il modo in cui le persone interagiscono tra loro e con le applicazioni, e consentendo di collaborare in tempo reale mediante più canali (voce, video o dati) a prescindere da dove ciascuno si trova.

Pensiamo ad esempio a scenari di collaborazione multi-disciplinare, particolarmente importanti in casi di patologie croniche. Grazie a Skype for Business lo specialista può comunicare efficacemente con altri specialisti anche al di fuori della propria organizzazione, e in generale con chiunque abbia Skype for Business ma anche semplicemente Skype per il mondo consumer.

Nel caso di lungo-degenti, uno strumento come Skype for Business permetterebbe al paziente di poter essere sempre in contatto ad esempio con i propri familiari, piuttosto che con gli insegnanti nel caso si tratti di un giovane studente, rendendo la degenza meno faticosa.

Grazie a PSTN conferencing, l’organizzatore del meeting virtuale può aggiungere al meeting altre persone semplicemente digitando sulla tastiera il loro numero di telefono, piuttosto che aggiungere all’invito dei numeri di telefono che i partecipanti possono utilizzare nel caso in cui siano impossibilitati ad utilizzare il proprio pc per partecipare al meeting virtuale.

La figura che segue illustra in modo estremamente efficace i benefici ottenuti da ASL Napoli 2 Nord grazie all’implementazione di Skype for Business.



Figura 13

ASL Napoli 2 Nord articola la propria offerta su 13 distretti territoriali, collocati presso l'area nord di Napoli e le isole di Ischia e Procida. Dotata complessivamente di un centinaio di sedi, circa 4.500 dipendenti e oltre 500 posti letto, l'Azienda offre i propri servizi a oltre 1 milione di cittadini, sparsi su un bacino di riferimento di 32 comuni. Le complessità sono quindi molteplici, sia in termini di dispersione territoriale che di numerosità dei cittadini serviti. L'azienda sanitaria aveva la necessità di rendere più efficienti le comunicazioni e le possibili collaborazioni tra i propri dipendenti, disseminati su un vasto territorio, razionalizzando l'obsoleta infrastruttura di telecomunicazione dell'Ente e passando alla tecnologia VoIP. Il progetto di UCC ha sicuramente portato dei benefici in termini di efficienza ed efficacia, facilmente misurabili. Uno studio di Netconsulting ha portato ad evidenziare un risparmio di circa 850k€ all'anno. Nel complesso è stato stimato un recupero dell'investimento iniziale in circa 12 mesi e un risparmio annuo di circa 850.000€ così ripartito:

- 130.000€ dai costi dell'impianto di fonia
- 200.000€ dai costi di traffico telefonico (soprattutto chiamate interne)
- 95.000€ dai costi per le trasferte evitate
- 430.000€ dal recupero di ore-uomo non più perse per gli spostamenti fisici

Inoltre grazie alla soluzione di UCC ASL Napoli 2 Nord ha registrato una più efficace collaborazione e condivisione delle informazioni tra i dipendenti, e complessivamente un miglioramento del servizio al cittadino.

Poiché la riduzione dei costi continua ad essere una delle priorità delle Direzioni Generali e Amministrative degli enti sanitari e ospedalieri italiani, l'attenzione al ritorno dell'investimento deve continuare ad essere alta. Secondo uno studio commissionato da Microsoft a Forrester per analizzare il potenziale ritorno dell'investimento che le organizzazioni sanitarie possono realizzare con Office 365 ("The Total Economic Impact of Microsoft Office 365 For Healthcare Organizations", Dec. 2015), assumendo una organizzazione tipo di 2.500 utenti che passa da una soluzione on-premise di Microsoft a Office 365, il ritorno è estremamente promettente e riassunto nella figura seguente.

Key Findings

Forrester's study yielded the following key findings for the composite organization:

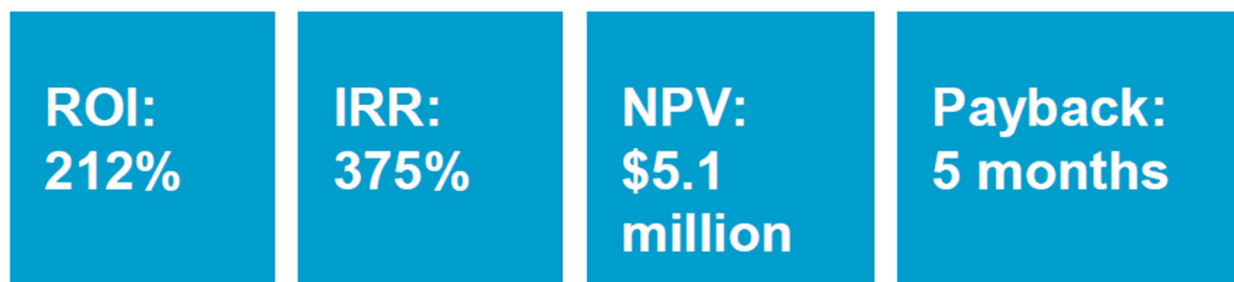


Figura 14

I benefici sono stati raggruppati in 5 macro-categorie, per ciascuna delle quali viene fornita la modalità con cui sono stati ottenuti, l'impatto economico e gli obiettivi raggiunti:

Pillar	How	Financial Impact	Goal
 Technology	Hardware, software, and IT labor savings	\$1,636,949	Reduce cost of patient care delivery.
 Mobility	Worker efficiency with anytime access	\$3,934,570	Improve medical staff efficiency and availability of care.
 Control & Compliance	Lower compliance costs	\$815,625	Ensure medical best practices and regulations are being followed.
 Business Intelligence	Savings through better decisions from more timely access to data	\$2,789,063	Streamline access to patient information and make better medical decisions.
 Real-time Communication	Greater efficiency and improved productivity	\$172,125	Reduce administrative activities and foster better collaboration between medical staff.

Figura 15

Tornando ai profondi cambiamenti che il nostro sistema sanitario sta vivendo, e alla conseguente necessità per le Direzioni di alimentare il senso di appartenenza all'azienda, di condivisione di valori e obiettivi, strumenti come SharePoint Online e Yammer possono diventare validi alleati.

Il primo permette infatti di costruire Intranet sicure ove i dipendenti possono conservare e condividere documenti e informazioni, da qualsiasi dispositivo in mobilità.

Il secondo è una social network di tipo enterprise, e permette di creare ad esempio le cosiddette "community of practice", piuttosto che identificare rapidamente l'esperto di una determinata materia.

Un esempio di utilizzo di Yammer e SharePoint online è rappresentato da Arkin, un ente sanitario olandese specializzato nell'assistenza e cura delle persone affette da malattie mentali. Arkin, a seguito di una serie di

fusioni ed acquisizioni, è diventato uno dei principali operatori olandesi nel suo settore, creando però contemporaneamente delle criticità dal punto di vista organizzativo. La ricerca della documentazione, piuttosto che dell'esperto di una determinata materia, erano diventate nel tempo attività estremamente complesse. Grazie al supporto di un partner, Arkin è riuscita a creare un ambiente collaborativo costituito da siti di progetto, siti per specifiche community, e siti di team ove i dipendenti, in base al loro profilo, possono accedere e modificare documenti, condividerli, senza correre il rischio di utilizzare versioni già superate.

Operation Smile è un esempio di come, grazie ad Office 365, è possibile migliorare in modo significativo la produttività di un'organizzazione. Grazie a OneDrive for Business i volontari che lavorano per Operation Smile possono archiviare e condividere i documenti di lavoro, rendendo più fluide e sicure le attività di pianificazione, condivisione e analisi degli interventi fatti in tutto il mondo.

Secondo una ricerca del Brookings Institute, negli ultimi 6 anni i dati medici di oltre 155 milioni di americani sono stati potenzialmente esposti a causa di circa 1.500 violazioni informatiche. Il fenomeno non è purtroppo solo americano. Di recente almeno 4 strutture ospedaliere italiane private hanno chiesto aiuto ad esperti di cyber sicurezza perché sotto ricatto di pirati informatici attraverso un cryptolocker. Il fenomeno, spiegano gli esperti, è molto più diffuso di quanto si possa immaginare (http://www.adnkronos.com/salute/sanita/2016/07/22/ospedali-italiani-nel-mirino-dei-pirati-informatici-reportage_uRDrTv8JRJS6l7zy7Dw7VK.html). Grazie alla funzionalità Data Loss Prevention, l'organizzazione ha a disposizione strumenti per creare, gestire e rinforzare centralmente le politiche per la creazione e la condivisione di contenuti e documenti. Exchange Online Advanced Threat Protection fornisce un valido supporto nell'identificazione di potenziali minacce provenienti dalle email dei dipendenti e relativi allegati e URL.

Dal momento che la sicurezza, la data privacy e la compliance sono tre temi di primaria importanza per le organizzazioni sanitarie, è importante poter fornire alle organizzazioni che decidono di muoversi sul cloud le corrette garanzie su come i loro dati verranno gestiti.

In modo estremamente sintetico la figura che segue illustra le caratteristiche del Cloud di Microsoft:

Privacy 	Transparency 	Compliance 	Security 	Continuity 
No advertising Nessuna pubblicità creata a partire dai dati del cliente No data mining Nessuno scan di documenti o email per analisi o data mining No co-mingling Dati di business e dati consumer sono immagazzinati separatamente Data is portable Il cliente è proprietario dei propri dati e può rimuoverli quando lo ritiene opportuno	Data Maps I dati sono localizzati geograficamente (*) Role based Access Informazioni su chi accede ai dati e il motivo per il quale accedono Compliance Notifications Informative continue circa aggiornamenti e modifiche su security, privacy e audit	Independently Verified ISO 27001 ISO 27018 EU Model Clauses HIPAA-HITECH FERPA (Family Educational Rights Privacy Act) FISMA U.K. G-Cloud IL2 CJIS	Relentless on Security 24 hour monitored physical datacenters Logical isolation di dati tra tenants Network segregation tra reti <i>internal ed external</i> Encryption at rest and in transit (AD-RMS) Securing access to services via identity Data loss prevention Anti-virus/anti spam	Service Continuity 99.9% uptime Financial guarantees on uptime Ridondanza del servizio e dei dati Automated monitoring and recovery systems 24x7 on-call engineering team available per la gestione dei casi

Figura 16

Ulteriori approfondimenti possono essere trovati sul sito "Trust Center" di Microsoft.

La figura che segue illustra alcuni dei benefici conseguibili attraverso un utilizzo esteso di Office 365 per figura professionale.









HEALTHCARE EXECUTIVES (Direzione Generale, Amministrativa, Sanitaria)

- Supportare il processo decisionale grazie a cruscotti con dati real-time fruiti da qualsiasi dispositivo grazie a **Power BI Pro**
- Abilitare nuovi servizi digitali per i cittadini grazie a **Cloud PBX, PSTN Conferencing, PSTN Calling***

CHIEF INFORMATION SECURITY OFFICER (CISO)

- Mitigare i rischi derivanti da virus e perdita di dati dei pazienti grazie alla funzionalità **Safe Attachments/URLs**
- Identificare prontamente possibili incidenti e rischi grazie ad **Advanced Security Management**
- Assicurare che l'accesso ai dati in cloud sia gestito unicamente dall'organizzazione cliente grazie a **Customer Lockbox**

CHIEF INFORMATION OFFICER (CIO)

- Ridurre i costi di telefonia con **Cloud PBX and PSTN Calling***; ridurre i costi per le riunioni con **PSTN Conferencing**
- Fornire una sola piattaforma per la telefonia e il video-conferencing, semplificando così sia l'esperienza utente che la gestione Amministrativa del parco fornitori

CHIEF FINANCE OFFICER (CFO)

- Analizzare i dati finanziari in tempo reale per identificare prontamente nuove opportunità di efficientamento ed avere un maggiore controllo sui costi ed investimenti grazie a **Power BI Pro**

RISK & COMPLIANCE OFFICERS

- Semplificare e accelerare il processo di indagine grazie a **Advanced eDiscovery**

HUMAN RESOURCES

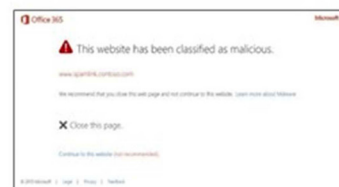
- Permettere ai dipendenti di seguire corsi di formazione in mobilità grazie a **Skype Meeting Broadcast****
- Digitalizzare i processi interni grazie a **SharePoint** per semplificare la gestione delle attività di gestione del personale

CLINICIANS AND ADMINISTRATIVE STAFF

- Creare team multi-disciplinari per erogare servizi di assistenza e cura di qualità maggiore, accrescendo la soddisfazione dei cittadini/pazienti, grazie a **Cloud PBX, PSTN Conferencing, PSTN Calling***
- Contattare pazienti, specialisti di altre strutture sanitarie, medici di medicina generale e chiunque sia coinvolto nel processo di cura e assistenza grazie a **Cloud PBX, PSTN Conferencing***
- Utilizzare cruscotti per monitorare i propri indicatori operativi da qualsiasi dispositivo, anche in mobilità, grazie a **Power BI Pro**

* PSTN Calling è un add-on di Office 365 E5. La disponibilità della funzionalità va verificata con il proprio referente Microsoft

** Skype Meeting Broadcast è incluso nei piani Office 365 E1, E3, ed E5



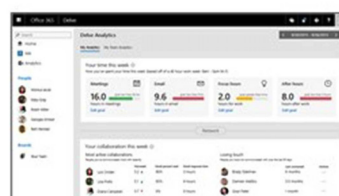
Advanced Threat Protection



Advanced eDiscovery



PSTN Calling*



Delve Analytics

2.1.5.2 — Google Docs

Con il nome generico di Google Docs si indica di solito un insieme di prodotti, sviluppati da Google, fruibili in modalità cloud, ma anche via App o anche offline (alcuni di essi), e che comprendono un word processor, un foglio elettronico e un programma per costruire presentazioni. Ci sono anche prodotti per disegnare diagrammi, form e altro, e si appoggiano ad un sistema di archiviazione in cloud come Google Drive.

Uno dei punti di forza della suite è la possibilità per diverse persone di lavorare contemporaneamente sui documenti in tempo reale, condividendo le varie modifiche.

Anche se la suite non è perfettamente compatibile con il formato di Microsoft Office, ha il vantaggio di una maggiore semplicità unita ad una buona compatibilità. Inoltre viene frequentemente aggiornata, ricevendo nuove funzionalità praticamente ogni mese.

2.1.5.3 — Zimbra

Zimbra Collaboration Suite è tra le soluzioni di messaggistica e collaboration più diffuse al mondo con più di 500 milioni di utenti. A differenza delle altre soluzioni enterprise, Zimbra è un prodotto Open Source che va quindi incontro alle moderne esigenze della Pubblica Amministrazione Italiana e ai dettami del Codice dell'Amministrazione Digitale. Per questo motivo è un prodotto largamente diffuso in Italia presso le Pubbliche Amministrazioni ed in particolare presso molte aziende del comparto sanitario.

Zimbra è una soluzione completa che, oltre alla componente server, propone un'interfaccia client web molto avanzata grazie alla quale è possibile non solo gestire le normali operazioni sulla posta elettronica, ma anche files, calendari, rubriche e task, anche in modo condiviso.

Zimbra ha inoltre una soluzione server completa di antivirus, antispam, funzionalità per la connessione all'autenticazione dell'ente, ed altre funzioni complementari.

Per chi ricerca soluzioni di maggior livello, inoltre, è possibile optare per le estensioni che consentono di avere un backup in tempo reale (con RPO ed RTO pari a zero), un sistema di ottimizzazione degli storage multipli locali o remoti (consente di risparmiare oltre il 50% del costo dello storage), un sistema di amministrazione distribuibile (risulta molto comodo nei casi di fusione di enti) e non ultimo, un sistema integrato di Chat e VideoChat.

Come sottolineato più sopra, Zimbra Collaboration Suite è disponibile in versione Open Source ma, nel caso si necessiti di estensioni avanzate, si può optare per Zimbra Suite Plus o per la Zextras Suite, due soluzioni commerciali che consentono di aggiungere importanti funzionalità.

Entrambe sviluppate da Zextras, le due soluzioni tecnologicamente si equivalgono, con la differenza sostanziale che, optando per la Zimbra Suite Plus si dovrà acquisire il supporto ufficiale Zimbra, mentre optando per la versione Zextras Suite, si acquisirà il solo prodotto gestendo internamente o con un partner specializzato l'assistenza.

Scendiamo quindi nel dettaglio di questi moduli aggiuntivi.

Zextras Backup / Zimbra Backup Plus

È l'unica vera soluzione di backup e ripristino a caldo per Zimbra. Dotato di un motore di scansione in real-time, si occupa di effettuare sul server un backup di qualsiasi oggetto ed evento con notevole precisione. Sviluppato specificamente per scongiurare qualsiasi rischio di perdita di dati, usa algoritmi atomici che garan-

tioniscono la consistenza permettendo allo stesso tempo - grazie ad un sistema intelligente di compressione e deduplicazione - un notevole risparmio di spazio disco.

Zextras Mobile / Zimbra Mobile Plus

Permette di sincronizzare il contenuto della propria casella di posta elettronica Zimbra con i dispositivi mobili attraverso il diffusissimo protocollo Exchange ActiveSync, supportato nativamente dalla stragrande maggioranza dei device.

Permette di inviare e ricevere email, usare l'indirizzario globale GAL, aggiungere e modificare i contatti della rubrica, creare appuntamenti, organizzare riunioni e gestire liste di impegni. Il tutto sia su elementi propri che condivisi da terzi.

Zextras Admin / Zimbra Admin Plus

Consente di attribuire i diritti di "Admin Delegato" a uno o più utenti per permettergli di eseguire tutte le operazioni di account provisioning; definire limiti di quota disco, classi di servizio e numero di utenti sui domini, in modo da gestire ordinatamente una delle situazioni più delicate per un amministratore di sistema: la condivisione da parte di utenti diversi della stessa infrastruttura.

È possibile inoltre tenere traccia delle operazioni svolte dagli Admin Delegati e dello stato dei domini grazie alle funzioni di reportistica.

Zextras Powerstore / Zimbra HSM Plus

Grazie alle sue funzionalità di gestione avanzata e gerarchica dello storage, questo modulo permette di lavorare su volumi multipli, su politiche HSM e sulle logiche di compressione. Consente di risparmiare prezioso spazio disco grazie alle soglie di compressione personalizzabili e alle politiche HSM multiple, rendendo facile l'espansione del server aggiungendo nuovi volumi a piacimento. Migliora le performance del server dividendo il carico di I/O fra dispositivi diversi e implementa differenti tecnologie di storage in parallelo.

Inoltre, dall'ultima versione, consente di utilizzare come storage secondari anche dei volumi Amazon S3 o compatibili.

Zextras Chat

La versione Zextras aggiunge gratuitamente la funzionalità di chat e videochat completamente integrata nell'interfaccia web di Zimbra per una collaborazione più naturale, veloce ed informale.

Vista la completezza della suite, soprattutto in versione comprensiva dei sopracitati moduli aggiuntivi, numerose ed importanti Pubbliche Amministrazioni italiane hanno deciso di adottarla.

2.1.5.4 — OnlyOffice

OnlyOffice è un sistema fruibile in cloud che offre varie funzionalità che permettono ad un team di lavorare in collaborazione. Il progetto è stato sviluppato in origine proprio per fornire strumenti per permettere ai componenti di un team forme di condivisione e collaborazione sulle attività svolte. Successivamente è stato fornito come servizio fruibile attraverso la rete con conseguente revisione delle sue funzionalità e la loro relativa estensione.

Le funzionalità ad oggi presenti in OnlyOffice possono essere suddivise in vari moduli:

- **Gestione dei documenti ed editor on line dei documenti:** permette la condivisione dei documenti con i membri del team e gli utenti esterni, fornendo strumenti per il controllo totale delle versioni e delle revisioni; i documenti sono editabili e realizzabili “on line” e possono essere esportati e salvati in vari formati compatibili con quelli più diffusi. Gli editor on line sono basati su HTML5 e forniscono il supporto di tutti i principali formati: PDF, TXT, DOCX, DOC, ODT, RTF, HTML, EPUB, XLS, XLSX, ODS, CSV e PPTX. L’editor di documenti on line permette la modifica contemporanea di rapporti, documentazione commerciale e finanziaria con un set di funzioni di elaborazione di buona qualità. Lo strumento permette la modifica collaborativa in tempo reale e la possibilità di inserire commenti per lavorare su un documento insieme con altri membri del medesimo team. La tipologia di documenti gestiti permette quindi anche la realizzazione di presentazioni e la gestione di fogli di calcolo.
- **Gestione dei progetti:** il modulo è uno dei più interessanti per favorire la condivisione delle attività e il loro svolgimento in modalità collaborativa. Permette la definizione dei componenti del team di progetto, con la possibilità di differenziazione nei ruoli. Ad ogni progetto possono quindi essere associati un team di progetto, dei documenti ed una serie di attività, tra loro relazionabili e raggruppabili in “milestone”. La possibilità di calendarizzare le attività in termini di inizio, fine e durata, favorisce la gestione del progetto e la sua rappresentazione grafica in diagramma di Gantt.
- **Diagramma di Gantt:** fornisce la visualizzazione grafica dell’avanzamento del progetto, e permette di aggiornare eventi e date di scadenza anche dal modulo di rappresentazione grafica del Gantt, in maniera interattiva ed integrata con la “Gestione dei progetti”.
- **CRM e fatturazione:** permette di gestire i propri clienti ed una minima gestione amministrativa per creare e inviare forme di fatturazione direttamente dal portale
- **Aggregatore di mail:** permette di raccogliere, memorizzare ed elaborare la corrispondenza elettronica in un unico punto, collegando più account di posta elettronica a Onlyoffice.

Caso d’uso: la gestione dei progetti ICT in ESTAR (Toscana)

In Toscana, da alcuni anni, gran parte dei servizi non “core business” della Sanità sono stati “esternalizzati” in enti di supporto: prima gli “ESTAV” di Area Vasta (Ente di Supporto Tecnico Amministrativo di Area Vasta)”, poi, dal 2015, l’ESTAR (Ente di Supporto Tecnico Amministrativo Regionale)”. Tra i servizi confluiti in ESTAR ci sono quelli relativi alle funzioni di ICT e Tecnologie Sanitarie, riunite in un unico dipartimento regionale. Essendo le oltre 300 persone appartenenti al Dipartimento ICT e TS distribuite geograficamente su molte sedi del territorio regionale, lontane tra loro anche centinaia di chilometri, è subito diventato importante dotarsi di strumenti di collaborazione e condivisione per la gestione delle attività di competenza e dei progetti inerenti l’area. Lo strumento identificato, sia per i bassi costi di gestione che per la facilità di apprendimento, è stato appunto OnlyOffice sul quale nel corso del 2016 è stata portata la gestione complessiva dei progetti ICT a carattere strategico e regionale. La componente più “stressata” del prodotto è stata proprio quella della Gestione dei progetti che pur evidenziando qualche limite legato alla “profondità” dei livelli di attività gestibili, è stata adottata per la gestione della notevole quantità di progetti nei quali l’ICT è stato coinvolto. A questi limiti si è ovviato curando la definizione di “linee guida” comuni nella gestione delle varie funzionalità con particolare riferimento alla modalità di articolazione dei progetti in milestones, attività e sotto-attività; utile alla gestione del progetto anche la possibilità di assegnazione delle sue varie componenti a specifici membri del team.

2.2 — Piattaforme e modalità di integrazione

In una qualsiasi azienda, la gestione dei dati associati al business è distribuita su un numero variabile di sistemi informativi aziendali specializzati (EIS - Enterprise Information Systems) ciascuno dei quali comprende dati, informazioni e processi al fine di supportare le varie funzioni necessarie alla azienda per svolgere la propria attività.

In teoria, la suddivisione della gestione delle attività aziendali in molteplici funzionalità più piccole facilita l'implementazione dei sistemi informativi di supporto sia nell'ottica dell'utilizzo di strumenti tecnologici innovativi che nel rapido adattamento alle mutevoli esigenze aziendali. Tuttavia, per ottenere i benefici un sistema informativo distribuito funzionalmente, un'organizzazione deve implementare le tecnologie che si occupano dei problemi che sorgono a fronte di questa architettura.

In questo paragrafo cercheremo di affrontare il tema dell'integrazione inteso come interazione funzionale di uomini, processi, e tecnologie con l'obiettivo di creare un insieme unitario; a tale fine approfondiremo alcune tematiche come quelle relative alla **interoperabilità** (i componenti dell'infrastruttura possono utilizzare diversi sistemi operativi, formati di dati, linguaggi, permettendo collegamento tramite un'interfaccia standard), **integrazione** (le metodiche che permettono la condivisione dei dati distribuiti gestiti attraverso flussi standard tra applicazioni e sistemi per far rispettare la coerenza informativa) e **robustezza** (ovvero le metodiche che permettono stabilità e scalabilità ad una infrastruttura modulare).

2.2.1 — Interoperabilità

Quando ci si trova a parlare di interoperabilità si evidenzia subito la differenza esistente tra la definizione che ne viene data nella letteratura accademica, rispetto a quanto si riscontra in coloro che nella pratica quotidiana si trovano ad operare nel settore.

I secondi, infatti, tendono ad un orientamento essenzialmente tecnologico, mentre i primi focalizzano la propria attenzione maggiormente sulle problematiche organizzative.

In realtà i due aspetti sono complementari per ottenere un'efficace implementazione di interoperabilità tra sistemi aziendali.

L'interoperabilità viene definita da *Braa & Sahay* (2012) come "la capacità di un sistema, la cui interfaccia è completamente nota, di utilizzare e condividere informazioni e funzionalità di un altro sistema mediante l'adesione a standard". Oltre a questo nel loro modello l'interoperabilità deve contenere anche un aspetto organizzativo. In sintesi, concludono che l'interoperabilità può essere vista come una metodologia per trasformare sistemi diversi in un sistema unico dal punto di vista dell'utente finale.

Contemporaneamente lo stesso termine viene utilizzato dai professionisti del settore (vd. Hope e Woolf) con un significato più ampio, ovvero come "connessione di sistemi informatici, aziende, enti e persone".

Da questo possiamo comprendere la confusione che sorge quando ci si approccia a questa tematica, in cui l'utente finale solitamente fa coincidere la sua interpretazione con quella della letteratura, mentre i professionisti tendono maggiormente a dare una visione tecnologica del come i sistemi possono integrarsi.

In questo documento si tenderà a privilegiare la visione dei professionisti, ovvero una visione più tecnologica in cui i termini interoperabilità ed integrazione potranno divenire talvolta in qualche modo sinonimi.

L'interoperabilità è quindi la capacità di un sistema o di un prodotto informatico - la cui interfaccia è completamente dichiarata, quindi senza parti di codice celato - di cooperare e di scambiare informazioni o servizi con altri sistemi o prodotti in maniera più o meno completa e priva di errori, con affidabilità e con ottimizzazione delle risorse. Obiettivo dell'interoperabilità è dunque facilitare l'interazione fra sistemi differenti, nonché lo scambio e il riutilizzo delle informazioni anche fra sistemi informativi non omogenei (sia per software che per hardware).

In estrema sintesi, il termine interoperabilità è utilizzato in ambito tecnologico per indicare un elevato grado di sinergia di sistemi diversi col fine di offrire servizi o funzionalità nuove.

2.2.1.1 — Framework per l'interoperabilità

Per raggiungere soluzioni di interoperabilità sono importanti alcuni fattori che possono essere individuati in 3 livelli:

- Interoperabilità Organizzativa
- Interoperabilità Semantica
- Interoperabilità Sintattica o tecnica

Ciascun livello possiede un livello di complessità incrementale , dal più basso che è quello sintattico al più alto legato alla organizzazione.

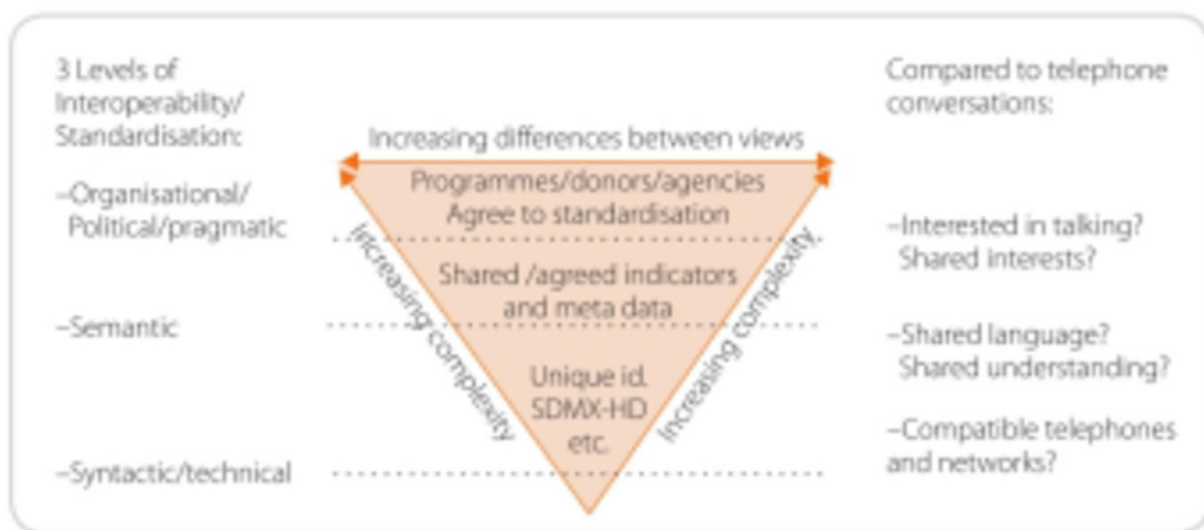


Figura 18. Framework for Interoperability (Braa Sahay 2012)

Si parla di **interoperabilità organizzativa** come possibilità delle aziende di far interagire efficacemente i loro processi produttivi raggiungendo i loro obiettivi, indipendentemente dalla loro diversa organizzazione interna. Il livello organizzativo si riferisce al metodo con il quale i processi organizzativi diventano allineati e quindi creano i presupposti per poter permettere l'interoperabilità ai livelli sottostanti.

Questo livello comporta una forte negoziazione tra i vari attori dell'organizzazione ed il suo risultato è la definizione di come potrà essere implementata l'interoperabilità.

L'interoperabilità semantica implica una comprensione comune di ciò che i dati effettivamente rappresentano (Rosen et al. 2008). In questo livello diventa quindi fondamentale definire il significato delle informazioni trattate. È importante evidenziare l'importanza della semantica affermando che "senza la semantica, la connettività di rete tra consumatori e servizi non significa nulla".

L'accordo sul significato dei dati viene reso possibile attraverso i metadati, ovvero attraverso 'vocabolari condivisi' e con l'introduzione di "dizionari di dati" come ad es. ICD10 (Braa & Sahay 2012). Solo in questo modo viene garantito che il preciso significato delle informazioni scambiate sia comprensibile ed univocamente determinato per ogni altra applicazione non sviluppata originariamente per quel proposito.

Il **livello sintattico/tecnico della interoperabilità** contiene la grammatica e la struttura dei protocolli per il trasferimento dei dati. Esempi di tali formati sono HL7 CDA e SDMX-HD.

L'implementazione di questo livello risolve i problemi legati a differenti sistemi ciascuno con i propri formati e protocolli di rete (Braa & Sahay 2012), fornendo la possibilità di connettere efficacemente sistemi diversi, facendoli operare in maniera unitaria e coordinata.

Le tre dimensioni sono tra loro fortemente interallacciate al fine di permettere lo sviluppo di una soluzione di interoperabilità perché senza il livello sintattico / tecnico non vi è alcuna possibilità di trasferimento di dati. La mancanza di un accordo semantico non permette di comprendere il significato dei dati provenienti da sistemi differenti una volta trasferiti. Infine senza accordi organizzativi non è necessario che i dati siano trasferiti.

2.2.1.2 — Aspetti implementativi della interoperabilità

Scendendo adesso ad un livello più strettamente implementativo andremo ad analizzare come gli aspetti sopra definiti possono essere implementati nelle realtà aziendali.

Le principali difficoltà implementative relative all'interoperabilità a livello organizzativo possono sorgere a causa della eterogeneità degli attori e delle possibili divergenze delle loro priorità; infatti ciascuno di loro può avere diversità di obiettivi, interessi, tecnologie esistenti e cultura organizzativa. Diventa quindi fondamentale una forte collaborazione da parte di tutti gli attori coinvolti, e quindi attivare un processo di negoziazione che può contenere asimmetrie di potere che si manifestano come squilibri di potere.

In questo processo diventa quindi importante sia assicurare la comprensione orizzontale del "business aziendale" distribuito attraverso i processi dell'impresa che potrebbero essere contenuti in strutture organizzative differenti, che una conoscenza "verticale" dei singoli processi, distribuita tra sistemi informatici differenti la cui conoscenza è nota agli utenti e agli sviluppatori dei singoli sistemi.

In estrema sintesi le sfide di sviluppo per la creazione di interoperabilità organizzativa che possono influenzare l'attuazione possono essere sintetizzate in:

- Gli utenti non sanno bene che cosa vogliono
- Gli sviluppatori non conoscono il dominio
- Mancanza di comunicazione tra utenti e sviluppatori
- Gli utenti continuano a chiedere cambiamenti
- Sviluppatori ed utenti non riescono a comprendersi

Mentre l'interoperabilità tecnologica permette che due sistemi inviino e ricevano dati ed è indifferente che

ne comprendano il significato, il successo della comunicazione si ottiene solo attraverso l'interoperabilità semantica, ovvero attraverso la definizione di dizionari comuni che permettano la reciproca comprensione delle informazioni.

Per la realizzazione della interoperabilità sintattica, diventa inoltre fondamentale analizzare il formato che i sistemi hanno all'interno dello scenario di interoperabilità e cercare di trovare soluzioni che ottimizzino le comunicazione tra sistemi eterogeni.

Una soluzione potrebbe essere utilizzare un formato intermedio di comunicazione comune, "Canonical Data Model" (CDM), attraverso il quale i messaggi vengono scambiati.

Questa soluzione ha forti ripercussioni anche sul livello architetturale, in quanto senza un CDM viene a crescere la quantità di lavoro per integrare sistemi differenti così come il numero delle interfacce necessarie per interconnettere i sistemi.

Per esempio, utilizzando un CDM in un sistema architetturale come l'HUB and Spoke o un Enterprise Service BUS (ESB) diventa possibile ridurre il numero delle interfacce. (vedi figura sottostante)

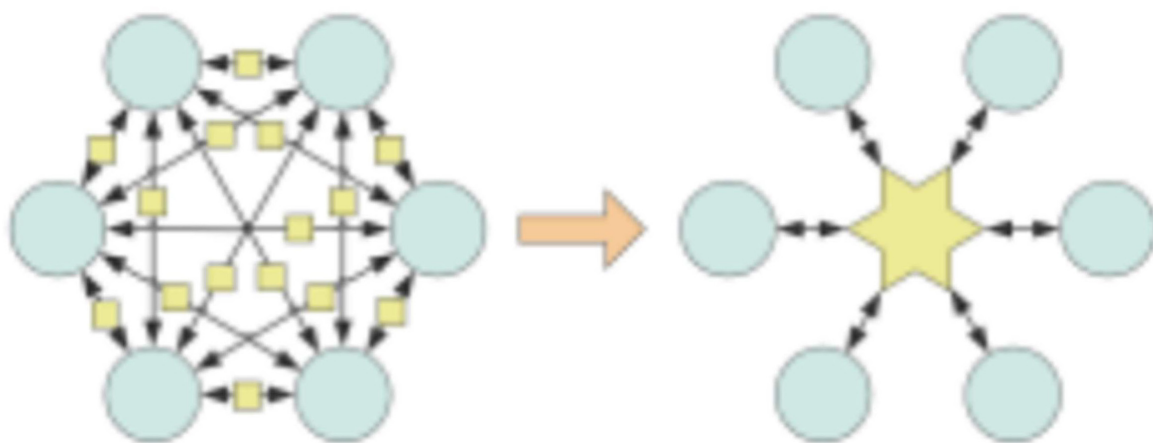


Figura 19 - Benefits of one standard (Benson 2012)

D'altro canto va comunque detto che mentre una soluzione con un CDM può ridurre notevolmente il numero delle interfacce necessarie per rendere un sistema interoperabile, anche se il suo uso rende più complesso il sistema.

Quindi prima di adottare un sistema che utilizza CDM deve essere valutata la cardinalità del sistema stesso. Gli aspetti di **interoperabilità sul livello tecnologico** possono impattare su i linguaggi di programmazione, le piattaforme operative e il formato dei dati.

La prima osservazione da fare è che i sistemi "cambiano", pertanto una soluzione di interoperabilità dovrebbe tener conto dell'impatto che il cambiamento di un sistema ha sulla soluzione complessiva.

Quindi una soluzione di interoperabilità dovrebbe minimizzare le dipendenze che i sistemi hanno l'uno dall'altro attraverso l'uso di "accoppiamenti laschi" tra le applicazioni.

Senza l'uso di questa metodica, le modifiche fatte ad un sistema hanno pesanti ripercussioni su l'intero sistema, ed è quanto avviene in quelle soluzioni che Hope & Woolf (2003) chiamano "Spaghetti integration" o "integrazioni punto-punto".

Nelle soluzioni architetturali che usano paradigmi di interoperabilità quali Service Oriented Architecture (SOA) o Enterprise Service BUS (ESB), invece, possono essere creati liberamente sistemi "loosely coupled".

2.2.2 — Paradigmi di interoperabilità

Analizzando i paradigmi esistenti, in realtà esistono due principali paradigmi per l'interoperabilità: EAI e SOA. In questa sezione li presentiamo entrambi.

2.2.2.1 — EAI (Enterprise Application Integration)

L'**Enterprise Application Integration (EAI)** si riferisce al processo d'integrazione tra diversi tipi di sistemi informatici attraverso "una collezione di metodi, tools e servizi che lavorano insieme per trasformare applicazioni eterogenee e distinte in un sistema aziendale complessivo esteso".

È questo il primo approccio per giungere ad una soluzione per una integrazione corretta ed efficiente, il cui concetto chiave è dato dalla *centralizzazione* delle comunicazioni e delle funzionalità.

Il paradigma SOA, di cui si parlerà nel paragrafo successivo, può essere visto come un'estensione delle EAI, che pone la sua maggiore attenzione sulla condivisione delle funzionalità che sviluppano il business piuttosto che sul trasferimento delle informazioni.

Una prima soluzione architetturale, la cui diffusione ha inizio nella seconda metà degli anni '90, si è avuta introducendo un **primo livello di astrazione** che prevede un layer applicativo centrale (Middleware composto da *Connectors* e *Data Transport*) che funge da intermediario nella comunicazione tra i sistemi e fornisce servizi *MOM (Message Oriented Middleware)* di piattaforma di base (*messaging, load balancing, fault tolerance, transazionalità ...*).

Si ottiene così un primo livello di astrazione dello strato "fisico" di trasporto: avere un layer di comunicazione uguale per tutti grazie a costrutti informatici detti *connectors e adapters*.

Tali costrutti vengono realizzati mediante framework che implementano i vari connettori alle applicazioni oppure, se l'integrazione avviene tra due prodotti, mediante adattatori ad hoc.

La distinzione tra *connector* e *adapter* veniva fatta in base al loro impiego per interfacciare tra loro tecnologie diverse, diversi prodotti o diversi database. Questo livello di astrazione introdotto è in pratica uno strato che si occupa di interfacciare tra loro diverse tecnologie e diverse infrastrutture al livello più basso.

Un secondo livello di astrazione viene poi ad essere introdotto per ovviare al problema dei "dialetti": si pensi ad esempio a due database che girano su DBMS diversi che devono dialogare tra loro, ciascuno col proprio "dialetto" *SQL*. Lo strato delle "*Trasformazioni*" serve proprio per cercare di astrarre le comunicazioni tra sistemi che hanno linguaggi o parti del linguaggio differenti.

Le piattaforme EAI di prima generazione solitamente implementano questi due livelli di astrazione.

Al fine di razionalizzare il numero e il tipo di connessioni tra i sistemi e, conseguentemente, le attività aziendali, i principi cardine dell'EAI sono i seguenti:

Integrazione dei processi di business

- Transazioni di business che coinvolgono molteplici EIS devono essere trattate come unità logiche
- Per l'implementazione di tali transazioni di business, deve essere possibile definire workflow complessi che coinvolgano molteplici EIS

- Eventi di business devono poter scatenare azioni globali in grado di estendersi oltre il dominio del singolo EIS

Integrazione delle applicazioni

- Le funzionalità di business implementate da un'applicazione devono essere esposte e rese disponibili alle altre applicazioni

Integrazione dei dati

- I dati devono essere condivisi e distribuiti attraverso molteplici EIS differenti
- Devono essere garantiti l'allineamento e la consistenza dei dati

Le piattaforme EAI di prima generazione solitamente implementano i primi due livelli di astrazione.

Le piattaforme di seconda generazione implementano un ulteriore **terzo livello di astrazione** detto del "*flusso dei processi*": si può avere non solo un'astrazione del trasferimento di informazioni tra le applicazioni, ma anche delle loro funzionalità e quindi della logica su come vengono integrate.

In estrema sintesi, possiamo così riassumere i livelli di astrazione:

- **Livello di trasporto** - Connectors & Data Transport (connectors e adapters)
- **Livello conversioni tra dialetti** - Transformations
- **Livello di flusso dei processi** - Process Flows (logica di integrazione)

I sistemi in questo modo risultano debolmente accoppiati, in quanto non devono più comunicare direttamente l'uno con l'altro, ma unicamente tramite un Broker di integrazione preposto al routing dei messaggi (modello hub-and-spoke)

Quando e perché usare un sistema EAI

Abbiamo visto quanto sia importante per un'azienda condividere dati e processi senza dover applicare cambiamenti radicali alle applicazioni, l'implementazione di un sistema EAI consente di realizzare quest'integrazione in modo funzionale ed efficiente. In particolare i sistemi EAI possono essere utilizzati per raggiungere ei seguenti obiettivi:

- l'integrazione delle informazioni, garantendone la consistenza
- l'integrazione di processi, collegando i processi aziendali attraverso le applicazioni;
- l'indipendenza dai sw vendor
- un'unica UI (User Interface) che permetta di accedere alle diverse integrazioni senza dover interagire singolarmente con esse.

Per quanto riguarda **l'integrazione a livello dei dati** questa può essere di due tipi *push-based* o *pull-based*.

- Con l'integrazione *push-based* un'applicazione fa una chiamata SQL (tramite collegamenti a database) su tabelle del database di un'altra applicazione.
- L'integrazione *pull-based*, invece, utilizza *triggers* (procedura eseguita in maniera automatica in coincidenza di un determinato evento tipo cancellazione di un record di una tabella) e *polling* (verifica ciclica di tutte

le unità o periferiche in I/O da parte del sistema operativo del sistema tramite test dei bit di bus associati ad ogni periferica). I triggers catturano le modifiche ai dati e scrivono le informazioni all'interno delle tabelle di interfaccia. Degli adattatori possono quindi interrogare le tabelle d'interfaccia dell'applicazione integrata e recuperare i dati pertinenti.

Per quanto riguarda ***l'integrazione a livello di interfaccia utente*** questa può essere di due tipi: *scripting-based* e *proxy-based*.

- La *scripting-based* incorpora il codice d'integrazione degli eventi dei componenti UI (User Interface), comune con applicazione client/server,
- mentre la *proxy-based* (le applicazioni possono essere raggruppate e le loro interfacce utente utilizzare come punto comune di integrazione) utilizza l'interfaccia dell'applicazione integrata per passare i dati da e verso il sistema legacy (proxy è un server che si pone da intermediario tra client e server facendo da interfaccia tra i due host, quindi inoltrando le richieste e le risposte dall'uno all'altro).

Per quanto riguarda ***l'integrazione a livello dell'applicazione*** essa utilizza strutture di integrazione fornite direttamente dall'applicazione integrata e delle API. Questo approccio è il modo migliore per integrare le applicazioni poiché permette di invocare la logica aziendale per preservare l'integrità dei dati.

Infine, ***l'integrazione a livello di metodo*** aggrega operazioni comuni su più applicazioni in una singola applicazione.

Con l'adozione da parte delle aziende di metodologie e tecnologie di integrazione EAI, si riscontrano i seguenti benefici:

- Razionalizzazione dei flussi e degli sviluppi
- Maggiore disponibilità delle informazioni distribuite attraverso le isole applicative aziendali
- Risposte più rapide alle nuove opportunità di business con conseguente riduzione del Time-to-Market
- Maggiore efficienza e migliore qualità dei servizi offerti
- Maggiore controllo sui processi di business
- Maggiore efficacia ai processi decisionali aziendali
- Maggiore efficienza dei processi aziendali nel loro complesso.

Tutte le soluzioni di integrazione hanno punti di forza e di debolezza, che sono spesso dipendenti dalle condizioni in cui sono inserite. Per questo motivo, affinché gli sforzi per la realizzazione di sistemi EAI o SOA possano aver successo, non basta scegliere la tecnologia "migliore" sul mercato, ma è necessario farsi una idea in merito sullo scenario di uso del prodotto in via di valutazione, sulle sue prestazioni sotto carico, la sua maturità, il tutto unito ad una profonda conoscenza sia della situazione attuale che degli sviluppi futuri che si intendono intraprendere.

Prima di prendere una decisione sulla implementazione di una architettura di tipo EAI, è quindi importante fare delle valutazioni e dare delle risposte alle seguenti domande:

- Quante applicazioni ho bisogno di integrare?
- Necessito di aggiungere ulteriori applicazioni in futuro?
- Quanti protocolli di comunicazione dovrò usare?

- Tra i miei bisogni di integrazione si includono routing, forking o aggregazione?
- Quanto è importante la scalabilità alla mia organizzazione?
- Le mie necessità di integrazione richiedono messaggistica asincrona, publish /subscribe, modelli di messaggistica o altri scenari complessi di messaggistica multi-applicativi?

Solo dopo aver dato risposta a tali domande, è possibile fare una valutazione sulle opzioni offerte dal mercato.

2.2.2.2 — SOA (Service Oriented Architecture)

Con la locuzione inglese di *Service-Oriented Architecture* (SOA) si indica un'architettura software realizzata in modo tale da supportare l'uso di servizi Web per soddisfare le richieste degli utenti così da consentire l'utilizzo delle singole applicazioni come componenti del processo di business.

Una SOA è progettata per il collegamento a richiesta di risorse computazionali (principalmente applicazioni e dati), per ottenere un certo risultato per gli utenti, che possono essere utenti finali o altri servizi. L'OASIS (Organizzazione per lo sviluppo di Standard sull'Informazione Strutturata) definisce la SOA così:

Un paradigma per l'organizzazione e l'utilizzazione delle risorse distribuite che possono essere sotto il controllo di domini di proprietà differenti. Fornisce un mezzo uniforme per offrire, scoprire, interagire ed usare le capacità di produrre gli effetti voluti in modo consistente con presupposti e aspettative misurabili.

Nell'ambito di un'architettura SOA è quindi possibile modificare, in maniera relativamente più semplice, le modalità di interazione tra i servizi, oppure la combinazione nella quale i servizi vengono utilizzati nel processo, così come risulta più agevole aggiungere nuovi servizi e modificare i processi per rispondere alle specifiche esigenze di business: il processo di business non è più vincolato da una specifica piattaforma o da un'applicazione, ma può essere considerato come un componente di un processo più ampio e quindi riutilizzato o modificato.

L'architettura orientata ai servizi si presenta particolarmente adatta per le aziende che presentano una discreta complessità di processi e applicazioni, dal momento che agevola l'interazione tra le diverse realtà aziendali permettendo, al contempo, alle attività di business di sviluppare processi efficienti, sia internamente che esternamente, e di aumentarne la flessibilità e l'adattabilità.

Il concetto di scomposizione in blocchi funzionali di un'applicazione non è una novità. Quello che c'è di diverso rispetto alle classiche subroutine è che nell'approccio SOA i servizi non fanno parte integrante dell'applicazione ma sono componenti 'loosely coupled', ossia sono connessi tra di loro in modo 'lasco' attraverso interfacce standard che ricevono i dati da elaborare dal servizio che li precede nel flusso logico, e restituiscono i risultati a quello che viene dopo.

Una metafora molto diffusa a proposito della SOA è quella dei mattoncini 'Lego', ma secondo noi rende di più l'idea del loose coupling il modello 'Scarabeo', dove a differenza dei mattoncini, che una volta sistemati non si possono più cambiare senza disfare il lavoro fatto, le tessere con le lettere si possono combinare e ricombinare a formare un'infinità di parole. Questa intercambiabilità nasce dal fatto che nei servizi di una SOA le logiche di business, quelle che dicono 'cosa' deve fare il servizio, sono disaccoppiate dalle logi-

che applicative, quelle che si occupano di 'come' erogare il servizio in base alle risorse dell'infrastruttura. Nei confronti dell'applicazione che ne fa uso, il servizio è un 'black box' il cui contenuto può essere tranquillamente ignorato. Questi servizi inter-operano secondo una definizione formale, detta protocollo o contratto, come per i WSDL indipendente dalla piattaforma sottostante e dalle tecnologie di sviluppo (come Java, .NET, ecc). Un servizio, per esempio, può essere scritto in Java usando la piattaforma Java EE o in C# con .NET; può essere la funzione di un'applicazione business preesistente; può essere una parte, anche consistente, di una vecchia applicazione legacy. Quello che conta è che faccia quello che gli viene chiesto di fare.

Poiché i servizi sono di regola numerosi (la loro granularità, come vedremo, può cambiare, ma l'ordine di grandezza è sempre vicino a quello delle funzioni dell'applicazione risultante) questa comunicazione non è diretta, ma viene gestita da un componente middleware fondamentale dell'architettura, che Gartner chiama SOA Backplane e altri SOA Supervisor, che fa, per così dire, da centralino. La capacità del Supervisor di dialogare con 'tutti' i servizi business per poterli gestire in modo efficace e coordinato dipende dalla qualità del bus di comunicazione, l'Enterprise Service Bus.

La SOA consente di pianificare, progettare, sviluppare e fornire soluzioni ICT come "servizi modulari di business" per costruire un'organizzazione, impresa o Ente come una Pubblica Amministrazione che sia, agile, flessibile ed allineata al business o alle attività. Essa rappresenta da un lato un'importante soluzione basata su standard per garantire l'interoperabilità tra programmi software indipendentemente dai linguaggi e dai sistemi operativi, dall'altro tende a colmare il gap tra i processi e le attività svolte dall'Azienda/Ente e gli strumenti. Si può quindi evidenziare una doppia valenza di questa architettura che si esplicita sia sul lato tecnico che lato business. Lato business essa consente una corrispondenza tra "modulo" di un processo di business (business service) ed un oggetto software che risponde agli standard SOA. Questo permette:

- Più facile allineamento e più stretta correlazione tra processi di business ed applicativi software che li supportano
- Migliore e maggiore governo dei processi attraverso ICT
- Migliore e maggiore governo dell'ICT
- Più facile automazione dei processi e quindi migliore BPM e BAM (Business Activity Monitoring)
- Più facile ripensamento-reingegnerizzazione dei processi

Lato tecnico, invece tramite l'uso di standard internazionali e consolidati permette l'interoperabilità tra applicativi e la riusabilità dei moduli software indipendentemente dal tipo di linguaggio usato e dal tipo di sistema operativo e quindi:

- più facile ed efficiente l'interoperabilità tra applicativi software
- riusabilità dei moduli (economia)
- più facile ed efficiente l'evoluzione delle architetture dei sistemi informativi
- migliore governo ICT sia a livello strategico che operativo
- più efficace valorizzazione del contributo dell'ICT al business

Volendo confrontare un'architettura EAI con una SOA si può dire che la prima si occupa di trasferire le informazioni tra i sistemi mentre SOA si occupa di condividere funzionalità attraverso i servizi.

I principali componenti di una SOA possono quindi essere sintetizzati in:

- **Processi** funzioni di business
- **Servizi** unità minime di funzionalità di business
- **Integrazioni** connessioni e esposizione di applicazioni e/o dati esistenti come servizi
- **Sistemi esistenti**
- **Documenti**
- **Semantica** significato delle informazioni
- **Trasformazione** traduzione delle informazioni tra diversi formati/semantica
- **Comunicazione** diverse metodiche di comunicazione dei servizi

Possono essere individuati 3 passi logici che una SOA suggerisce per consentire uno stretto allineamento tra processi aziendali e moduli software:

- individuazione dei processi e loro scomposizione in "business processes";
- realizzazione di moduli software inter-operanti basati su oggetti e su standard internazionali;
- associazione tra processi ed applicativi software realizzate assemblando e coordinando i componenti software di cui sopra.

I "Business Services" possono essere visti come le singole applicazioni che supportano un processo aziendale reale o di una sua parte.

Quindi il servizio è da intendersi come un componente software che incapsula la logica operativa necessaria per offrire una determinata funzionalità di business. In sintesi è un agente che esegue un'operazione ben definita ("fornisce un servizio") e può essere invocato dall'esterno del suo contesto, che può essere anche una applicazione di grandi dimensioni.

Anche se un servizio è implementato esponendo una particolare funzionalità di un'applicazione complessa, i suoi utenti devono considerarne solo l'interfaccia e non il suo contesto.

La definizione dei "Business Services" costituisce un vero e proprio progetto, che parte dalla fotografia dei processi in essere nell'organizzazione (o di un loro sotto insieme) e che arriva alla loro analisi per individuare componenti (ad esempio singole attività o gruppi di attività) che sono espletate in diversi processi o che sono specifici ed unici di uno stesso processo.

L'analisi deve tener conto che la "modularizzazione" dei processi servirà per associare poi ad essi gli idonei componenti software. Importante quindi individuare la più conveniente "granularità", ossia l'insieme di funzioni, e quindi la complessità, che ogni singolo servizio espleta: il singolo servizio può essere elementare, ad esempio la registrazione di una informazione, o con molteplici funzionalità, ad esempio espletare l'intero ciclo passivo o attivo (o entrambi) della contabilità.

Riassumendo quindi, una Service Oriented Architecture è un approccio per organizzare le risorse IT in modo tale che l'accesso a risorse quali:

- i dati
- la logica di business
- l'infrastruttura IT

avvenga tramite il routing di messaggi tra interfacce collegate in rete con il vincolo che le connessioni siano stateless ovvero tutti i dati di una richiesta devono essere contenuti nella richiesta stessa.

I componenti chiave di una SOA sono:

- Gli agenti che forniscono/usano i servizi
- I messaggi inter-scambiati dai servizi
- I meccanismi di comunicazione che permettono lo scambio dei messaggi
- Opzionalmente i descrittori dei servizi

Per l'implementazione di ciascuno di questi elementi esistono vari standard suddivisi per tipologia di componente/elemento software del sistema complessivo.

Un insieme di servizi, che rappresentano i "componenti software" e sono di norma realizzati attraverso "**web service**" possibilmente sviluppati con i seguenti standard (XML/XML Schema, WSDL/WSIF, SOAP, Java ...)

Un Enterprise service bus (ESB) che gestisce sicurezza, reliability, logging, failover, routing dinamico

Un sistema che gestisce **l'orchestrazione ed il workflow** dei servizi (BPEL, XSLT/Xquery)

Un software per il **monitoraggio delle attività di business** (BAM, trasversale alla parte di orchestrazione e workflow.

La validità di un'architettura orientata ai servizi (SOA) è conseguenza degli elementi e degli standard su cui si fonda. In particolare vanno considerati i seguenti aspetti:

- **Standard aperti**: per poter operare in ambienti multiplatforma è necessario, o quantomeno consigliabile, utilizzare esclusivamente standard aperti quali XML, WSDL e WSS (Web Services Security).
- **Modularità**: bisogna trovare il giusto equilibrio tra i servizi erogati da ogni singolo componente, creando un insieme bilanciato di piccoli servizi riutilizzabili per le funzioni comuni e servizi più grandi per processi specifici.
- **Contratti di servizio**: WSDL (Web Services Description Language) è la specifica standard per la creazione di contratti di Web Services, un contratto definito avrà come conseguenza servizi più flessibili.
- **Enterprise Service Bus (ESB)**: La dorsale di pubblicazione dei servizi ed abilitazione delle applicazioni per accedervi. Inoltre include caratteristiche quali adattatori per i sistemi legacy, capacità di orchestrazione dei servizi, autorizzazione e autenticazione lato sicurezza, trasformazione dei dati, supporto per regole di business e capacità di monitorare i service level agreement (SLA).

In un tipico scenario il service provider responsabile dell'implementazione del servizio definisce un service description pubblicandolo (*publish*) su un ulteriore attore denominato *service discovery agency*, concretamente realizzato attraverso un registro o un repository come **UDDI** (*Universal Description Discovery and Integration*). Tale componente consente la reperibilità del servizio. Il service client interroga il service discovery agency per reperire il service description di interesse al fine di riferire (*bind*) l'implementazione del servizio.

Il concetto di legame debole (*loose coupling*) è di fondamentale importanza nel contesto SOA in quanto ne individua una caratteristica fondante. In una generica situazione di connessione debole gli elementi reagiscono gli uni agli altri, ma si mantengono separati ed identificabili; il legame che li unisce può essere saltuario, circoscritto, poco importante e/o con scarsi effetti reciproci. L'adesione a tale principio impedisce che la

comunicazione avvenga per riferimento diretto, ma piuttosto suggerisce una logica a scambio di messaggi tramite la definizione di opportuni protocolli, garantendo quindi l'autonomia dei servizi coinvolti.

SOA definisce un'architettura che astrae dalle scelte specifiche in termini di protocolli e tecnologie.

WSDL - *Web Service Definition Language* - per la definizione dei service descriptions e **SOAP** - *Simple Object Access Protocol* - per il trasporto dei messaggi costituiscono alcuni degli esempi più significativi (non vincolanti) di protocolli utilizzabili.

È importante sottolineare la diversità sostanziale che sussiste tra i concetti di SOA e di Web Service.

Il web service costituisce un'implementazione concreta di un generico modello architetturale orientato ai servizi, di cui il SOA ne rappresenta una particolare istanza. Ne consegue la possibile esistenza di web services che non aderiscono pienamente ai principi propri dell'architettura SOA.

Nelle SOA è necessaria un'infrastruttura di comunicazione distribuita per sostenere concretamente interoperabilità tra diverse tecnologie, in modo flessibile e scalabile; infatti, in una SOA devono convivere, interoperando, numerose applicazioni e componenti sviluppati autonomamente. Una possibile infrastruttura per la realizzazione e il deployment di una SOA è fornita dal pattern architetturale Enterprise Service Bus.

Il modello elaborato da Michael Porter, docente presso la Harvard Business School, mostra l'effetto che può avere la SOA su quattro aspetti dei rapporti competitivi tra le imprese:

- il potere contrattuale nei confronti dei clienti (che chiedono un'integrazione applicativa facilitata);
- il rischio, come impresa, di essere sostituiti (che aumenta perché la SOA rende più facile replicare modelli di business e di offerta);
- il maggiore potere contrattuale nei confronti dei fornitori (che chiedono una più efficiente collaborazione)
- il rischio di ingresso di nuovi competitor (che aumenta per la disponibilità di servizi standard per ogni settore d'industria).

2.2.3 — Architetture di interscambio dati

Da anni l'informatica si sta concentrando su tecniche di sviluppo ed architetture che permettano lo scambio di dati, ma anche di logica elaborativa (business logic), tra sistemi diversi distribuiti localmente o anche in area geografica.

2.2.3.1 — Remote Procedure Call (RPC)

In informatica, l'espressione **chiamata di procedura remota (RPC, o Remote Procedure Call)** si riferisce all'attivazione da parte di un programma di una procedura o subroutine attivata su un computer diverso da quello sul quale il programma viene eseguito. Quindi l'RPC consente a un programma di eseguire subroutine "a distanza" su computer remoti, accessibili attraverso una rete. Essenziale al concetto di RPC è l'idea di trasparenza: la chiamata di procedura remota deve essere infatti eseguita in modo il più possibile analogo a quello della chiamata di procedura locale; i dettagli della comunicazione su rete devono essere "nascosti" (resi trasparenti) all'utilizzatore del meccanismo.

Occorre ricordare che, in dipendenza del contesto, l'espressione **RPC** viene usata in accezioni leggermente diverse:

- può indicare il paradigma generale di comunicazione fra processi descritto sopra, per esempio in contrap-

posizione ad altri modelli di comunicazione come quella a scambio di messaggi;

- può indicare una API (in senso generale o una API specifica) che consente questo modo di interazione fra processi; per esempio, una particolare libreria che lo implementa su una certa piattaforma;
- può indicare il protocollo di rete utilizzato per implementare questo meccanismo di interazione.

2.2.3.2 — Corba

CORBA (Common Object Request Broker Architecture) è uno standard sviluppato da OMG (Object Management Group) per permettere la comunicazione fra componenti indipendentemente dalla loro distribuzione sui diversi nodi della rete o dal linguaggio di programmazione con cui siano stati sviluppati.

Esso facilita lo sviluppo di sistemi distribuiti fornendo:

- un'infrastruttura per permettere la comunicazione fra oggetti in un sistema distribuito,
- un insieme di servizi utili,
- un supporto che permette ad applicazioni, implementate usando vari linguaggi, di interoperare.

I vari componenti comunicano attraverso un oggetto chiamato "broker" (da cui deriva il nome dell'architettura), che può essere visto come un intermediario fra le parti in comunicazione. I componenti sono "presentati" al broker attraverso la scrittura di un'interfaccia nel linguaggio IDL (Interactive Data Language).

2.2.3.3 — RMI

I sistemi distribuiti richiedono che processi eseguiti su differenti host siano in grado di comunicare fra loro.

Per le comunicazioni più semplici, Java offre il meccanismo delle socket che richiedono l'implementazione di un protocollo mediante il quale client e server si scambiano messaggi.

Un'alternativa è rappresentata dalle Remote Procedural Call (RPC) più sopra prese in considerazione. Con esse lo sviluppatore ha l'illusione di chiamare una procedura locale delegando al sistema il compito di trasformare la richiesta in un'invocazione di una procedura remota, ovvero residente su un altro host.

Le Remote Procedural Call tuttavia non si prestano molto all'implementazione di applicazioni distribuite object-oriented nelle quali non vi è la sola invocazione di procedure remote, ma anche la "condivisione" di veri e propri oggetti. Sistemi di questo tipo richiedono quindi un meccanismo per l'invocazione di metodi remoti RMI (Remote Method Invocation) in cui un riferimento locale ("stub", vedi più sotto la definizione) provvede a gestire l'invocazione dei metodi di un oggetto remoto.

Le applicazioni RMI sono generalmente costituite da due parti:

- la parte server crea gli oggetti remoti ed i riferimenti a questi e quindi attende l'invocazione dei metodi da parte di un client
- la parte client recupera i riferimenti a questi oggetti e ne invoca i metodi

Le applicazioni RMI necessitano di:

- poter recuperare oggetti remoti
- comunicare con oggetti remoti
- caricare classi per oggetti che sono passati come parametri o restituiti come valore

Dal punto di vista del singolo **oggetto remoto**, il server è chi lo alloca e lo esporta, mentre il client è chi ne richiede l'attivazione. In definitiva quindi con RMI tutte le parti di una applicazione distribuita possono agire sia come client che come server. In Java un oggetto remoto è un oggetto i cui metodi possono essere invocati da remoto ed è descritto da una o più interfacce: RMI di fatto consiste nell'invocazione dei metodi di un'interfaccia remota su un oggetto remoto.

Un'interfaccia remota deve soddisfare i seguenti requisiti:

- estendere l'interfaccia `java.rmi.Remote`
- dichiarare metodi che includano le eccezioni nella clausola `throws` e che definiscano gli oggetti remoti
- passati come parametri o restituiti come risultato mediante interfacce remote.

È opportuno precisare che, a differenza delle chiamate locali, le chiamate remote possono anche fallire a causa di:

- problemi di comunicazione
- errori nel passaggio di parametri o nel recupero di valori
- errori di protocollo

Uno Stub è una rappresentazione locale di un oggetto: il client invoca cioè i metodi dello Stub il cui compito sarà quello di invocare i metodi dell'oggetto remoto che rappresenta.

Quando viene invocato un metodo, lo Stub provvede a compiere le seguenti operazioni:

- inizia una connessione con la Java Virtual Machine che contiene l'oggetto remoto
- trasmette i parametri alla JVM
- aspetta il risultato dell'invocazione del metodo
- legge il risultato o l'eccezione generata
- restituisce il risultato a chi ha invocato il metodo

Ogni oggetto remoto ha sulla Java Virtual Machine un suo corrispondente **Skeleton** il cui scopo è quello di:

- leggere i parametri di un'invocazione remota
- invocare il metodo remoto dell'oggetto che rappresenta
- restituire il risultato al chiamante

Per usufruire di un servizio il client deve essere in grado di **localizzare il server** che fornisce il servizio stesso.

Esistono tre approcci al problema:

- Il client conosce l'indirizzo del server
- L'utente dice all'applicazione client dov'è il server
- Un servizio standard (**naming service**) noto al client è in grado di fornire informazioni relative alla locazione di determinati servizi.

Java RMI utilizza un **naming service** (RMI Registry) che consente al client di poter ottenere i riferimenti agli oggetti remoti: ogni volta che un oggetto viene registrato (viene cioè creata nel RMI Registry un'associazione, **bind**, fra un nome URL-formatted e un oggetto) i client possono farne richiesta attraverso il nome ed invocare i metodi.

Naturalmente la classe **Naming** offre anche metodi per:

- eliminare la registrazione di un oggetto: `unbind(String name)`
- ottenere una lista degli oggetti registrati: `list(String name)`
- sovrascrivere una registrazione : `rebind(String name, Remote obj)`

2.2.3.4 — I web service

Un **Web Service** è un componente software disegnato per incapsulare una funzione o un processo di business, che supporta una interazione macchina-macchina. Nasce con lo scopo di supportare l'interoperabilità machine-to-machine su una rete.

Esso è una **Interfaccia** che **describe** in un formato leggibile da una macchina (WSDL) un insieme di operazioni accessibili attraverso messaggi standardizzati XML.

Gli altri sistemi interagiscono con il servizio WEB nel modo previsto dalla sua descrizione WSDL usando messaggi SOAP, in genere trasmessi tramite http in formato XML

L'uso dei web service consente di disaccoppiare l'invocazione del Client dalla logica applicativa interponendo uno strato che consente di esporre il servizio usando un protocollo di trasporto e di struttura dati standard.

La **service description** contiene tutte le informazioni necessarie per l'interazione con il servizio:

- il formato dei messaggi (relativi alle operazioni),
- il protocollo di trasporto
- la localizzazione del servizio.



In una architettura a Web Service, si possono individuare tre ruoli e tre operazioni. I Ruoli sono:

- **Service producer.** È il proprietario del servizio. Da un punto di vista architetturale, rappresenta il nodo che contiene il servizio.
- **Service consumer** È l'applicazione che sta cercando, chiamando o iniziando un'interazione con un servizio. Un service consumer può essere un browser o un'applicazione (es., un altro web service)
- **Service register** Registro che contiene le descrizioni di servizi pubblicate su richiesta dei service producer e ricercate dai service consumer.

Le operazioni sono:

- **Publish** Per essere accessibile una descrizione di un servizio deve essere pubblicata in modo che il service consumer la possa ritrovare.

- **Find** L'operazione di find può avvenire in due fasi distinte per il consumer: a tempo di progetto del programma per ricercare la descrizione dell'interfaccia, a run time per effettuare il binding del servizio richiesto.
- **Bind** L'interazione con un servizio ha luogo usando le informazioni di binding nella descrizione del servizio per localizzare e chiamare il servizio

Cercando quindi di schematizzare il funzionamento generale di questa architettura si può dire che il service consumer si collega ad un registro **UDDI** (internet o intranet):

- Ricerca (per categorie, per fornitore, ecc...) il servizio che gli interessa (esempio: web services che fornisca le quotazioni di mercato)
- Trova la descrizione del servizio (funzionalità, dove collegarsi, come invocarlo)
- Si collega al server del fornitore del servizio ed usufruisce del servizio
- Il service consumer è un'applicazione software

I Web Services vengono descritti e richiamati utilizzando tre standard universalmente consolidati ed accettati:

- **SOAP** – Simple Object Access Protocol – Protocollo per lo scambio di informazioni in un architettura distribuita e decentralizzata .
È un protocollo di invocazione remota che permette di richiedere ad un'applicazione remota di svolgere una determinata azione e di restituire dei risultati. Basato su XML e HTTP
- **WSDL** – Web Services Definition Language – Standard utilizzato per la descrizione di un web service; fornisce informazioni su cosa un servizio può fare (richieste, risposte e parametri), dove risiede e come chiamarlo. Basato su XML
- **UDDI** – Universal Description, Discovery and Integration – Standard utilizzato per la pubblicazione di servizi in rete. Esso rappresenta in qualche modo l'equivalente di un "elenco telefonico" che permette di rintracciare i web service. Un fornitore di servizi UDDI (IBM, Microsoft, ..) gestisce un registro denominato UBR (UDDI Business Registry) che è accessibile sia per pubblicare che per rintracciare servizi.

Il richiedente fa una richiesta attivando le operazioni descritte nell'interfaccia (servizi o richieste di procedure remote) tramite appositi "messaggi" di richiesta: tali messaggi di richiesta sono inclusi in una "busta" (la più famosa è SOAP), formattati secondo lo standard XML, incapsulati e trasportati tramite i protocolli del Web (solitamente HTTP), da cui appunto il nome web service.

Il server ascolta su una porta, accetta la richiesta, esegue il servizio (service) ed invia il risultato al richiedente (SOAP response).

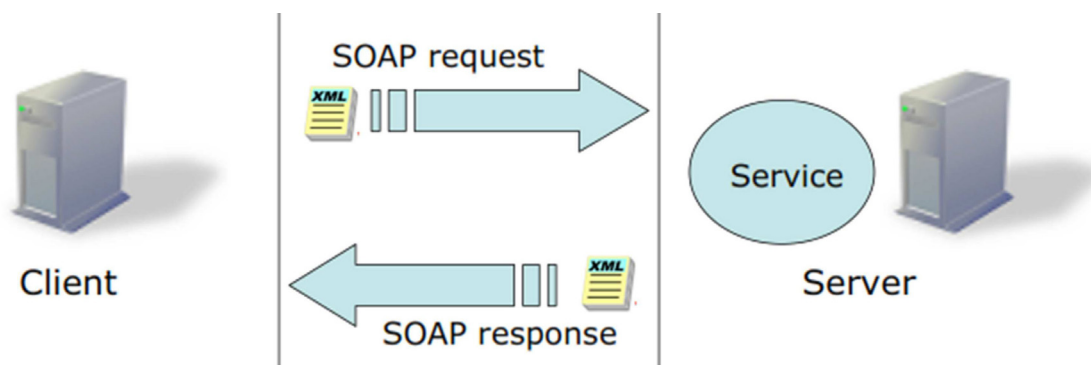


Figura 20 - SOAP request e response

Proprio grazie all'utilizzo di standard basati su XML, tramite un'architettura basata sui Web Service (chiamata, con terminologia inglese, *Service oriented Architecture - SOA*) applicazioni software scritte in diversi linguaggi di programmazione e implementate su diverse piattaforme hardware possono quindi essere utilizzate, tramite le interfacce che queste "espongono" pubblicamente e mediante l'utilizzo delle funzioni che sono in grado di effettuare (i "servizi" che mettono a disposizione) per lo scambio di informazioni e l'effettuazione di operazioni complesse (quali, ad esempio, la realizzazione di *processi di business* che coinvolgono più aree di una medesima azienda) sia su reti aziendali come anche su Internet: la possibilità dell'interoperabilità fra diversi linguaggi di programmazione (ad esempio, tra Java e Python) e diversi sistemi operativi (come Windows e Linux) è resa possibile dall'uso di standard "aperti".

Protocolli di comunicazione per i Web service

I protocolli di comunicazione per i web service usano solitamente 3 architetture diverse:

- RPC Oriented
- Message Oriented
- Representational State Transfer (REST)

Il protocollo **RPC** si basa sul concetto di Remote Procedure Call dei middleware tradizionali dove:

- Il client invia al server una richiesta usando l'operazione POST del protocollo http (normalmente usata per l'invio di form)
- L'URL è generalmente fissa ed associata all'intera applicazione server
- La richiesta contiene il nome della "procedura remota" da invocare ed i relativi parametri
- Il server invia il risultato al client come risposta http

Il protocollo **XML – RPC**, Rappresenta il primo protocollo specificatamente sviluppato per i Web-service. Molto semplice da implementare, per cui è stato spesso utilizzato in progetti amatoriali e sono disponibili implementazioni open source per tutte le principali piattaforme.

Non è mai diventato uno standard "de iure" il che ne ha limitato la diffusione in contesti aziendali

- La richiesta e la risposta sono formulate in linguaggio XML
- Definisce regole univoche per la codifica dei principali tipi di dato.

I suoi limiti sono:

- Non definisce meccanismi per gestire tipi di dato diversi da quelli predefiniti
- Non supporta direttamente funzionalità avanzate come autenticazione, gestione delle transazioni ecc.
- Non esiste una definizione formale dell'interfaccia della procedura remota; eventuali errori o incongruenze vengono scoperte solo a tempo di esecuzione

SOAP (inizialmente acronimo di **Simple Object Access Protocol**) è un protocollo per lo scambio di messaggi tra componenti software, tipicamente nella forma di componentistica software. La parola object manifesta che l'uso del protocollo dovrebbe effettuarsi secondo il paradigma della programmazione orientata agli oggetti. SOAP è la struttura operativa (*framework*) estensibile e decentralizzata che può operare sopra varie pile protocollari per reti di computer fornendo tramite messaggi richieste di procedure remote. I richiami di pro-

cedure remote possono essere infatti modellati come interazione di parecchi messaggi SOAP. SOAP dunque è uno dei protocolli che abilitano i servizi Web.

SOAP può operare su differenti protocolli di rete, ma HTTP è il più comunemente utilizzato e l'unico ad essere stato standardizzato dal W3C, su cui è incapsulato (embedded) il relativo messaggio. SOAP si basa sul meta-linguaggio XML e la sua struttura segue la configurazione Head-Body, analogamente ad HTML. Il segmento opzionale **Header** contiene meta-informazioni come quelle che riguardano il routing, la sicurezza, le transazioni e parametri per l'Orchestration. Il segmento obbligatorio **Body** trasporta il contenuto informativo e talora viene detto carico utile, o payload. Questo deve seguire uno schema definito dal linguaggio XML Schema.

REST REpresentational State Transfer (REST) è un tipo di architettura software per i sistemi di ipertesto distribuiti come il World Wide Web. L'espressione "representational state transfer" e il suo acronimo "REST" furono introdotti nel 2000 nella tesi di dottorato di Roy Fielding, uno dei principali autori delle specifiche dell'Hypertext Transfer Protocol (HTTP), e vennero rapidamente adottati dalla comunità di sviluppatori su Internet.

Il termine REST è spesso usato nel senso di descrivere ogni semplice interfaccia che trasmetta dati su HTTP senza un livello opzionale come SOAP o la gestione della sessione tramite i cookie. Questi due concetti possono andare in conflitto così come in sovrapposizione. È possibile progettare ogni sistema software complesso in accordo con l'architettura REST di Fielding senza usare HTTP e senza interagire con il World Wide Web.

È anche possibile progettare una semplice interfaccia XML+HTTP che non sia conforme ai principi REST, e invece segua un modello di **Remote Procedure Call**. La differenza tra i diversi usi del termine "REST" quindi causa qualche confusione nei dibattiti. I sistemi che seguono i principi REST sono spesso definiti "RESTful". Un concetto importante in REST è l'esistenza di risorse (fonti di informazioni), a cui si può accedere tramite un identificatore globale (un URI). Per utilizzare le risorse, le componenti di una rete (componenti client e server) comunicano attraverso una interfaccia standard (ad es. HTTP) e si scambiano rappresentazioni di queste risorse (il documento che trasmette le informazioni). Ad esempio, una risorsa cerchio potrebbe accettare e restituire una rappresentazione che specifica un punto per il centro e il raggio, formattati nel formato SVG, ma potrebbe anche accettare e restituire una rappresentazione che specifica tre punti distinti qualsiasi lungo la circonferenza nel formato CSV.

Un numero qualsiasi di *connettori* (client, server, cache, tunnel ecc.) può mediare la richiesta, ma ogni connettore interviene senza conoscere la "storia passata" delle altre richieste. Di conseguenza una applicazione può interagire con una risorsa conoscendo due cose: l'identificatore della risorsa e l'azione richiesta - non ha bisogno di sapere se ci sono proxy, gateway, firewalls, tunnel, ecc. tra essa e il server su cui è presente l'informazione cercata. L'applicazione comunque deve conoscere il formato dell'informazione (*rappresentazione*) restituita, tipicamente un documento HTML, XML o JSON, ma potrebbe essere anche un'immagine o qualsiasi altro contenuto.

No.	SOAP	REST
1)	SOAP è un protocollo .	REST è uno stile architetturale .
2)	SOAP sta per Simple Object Access Protocol .	REST sta per REpresentational State Transfer .
3)	SOAP non può usare REST perchè è un protocollo.	REST può usare SOAP web services perchè è un concetto e può utilizzare tutti i protocolli come HTTP, SOAP, ecc.
4)	SOAP usa interface di servizi per esporre la business logic .	REST usa URI per esporre la business logic .
5)	JAX-WS è l'API Java per i web services SOAP.	JAX-RS è l'API Java per i web services RESTful.
6)	SOAP definisce degli standard che devono essere strettamente rispettati.	REST non definisce troppi standard come avviene per SOAP.
7)	SOAP richiede più larghezza di banda e risorse rispetto a REST.	REST richiede meno larghezza di banda e risorse rispetto a SOAP.
8)	SOAP definisce la propria sicurezza .	I RESTful web services ereditano le misure di sicurezza dallo strato di trasporto sottostante.
9)	SOAP consente solo l'XML come formato di dati.	REST consente l'uso di differenti formati di dati quali il Plain text, l'HTML, l'XML, il JSON ecc.
10)	SOAP è meno preferibile rispetto a REST.	REST è più preferibile rispetto a SOAP.

Tabella 1 - Principali differenze tra SOAP e REST

2.2.3.5 — .NET Remoting

NET Remoting consente di generare facilmente applicazioni distribuite, indipendentemente dal fatto che i componenti dell'applicazione siano tutti residenti sullo stesso computer o siano dislocati a livello internazionale. E' possibile generare applicazioni client in cui si utilizzino oggetti di altri processi nello stesso computer o in qualsiasi altro computer disponibile sulla rete. .NET Remoting può essere utilizzato anche per comunicare con altri domini di applicazione nello stesso processo. Per ulteriori informazioni sulla programmazione dei domini di applicazione.

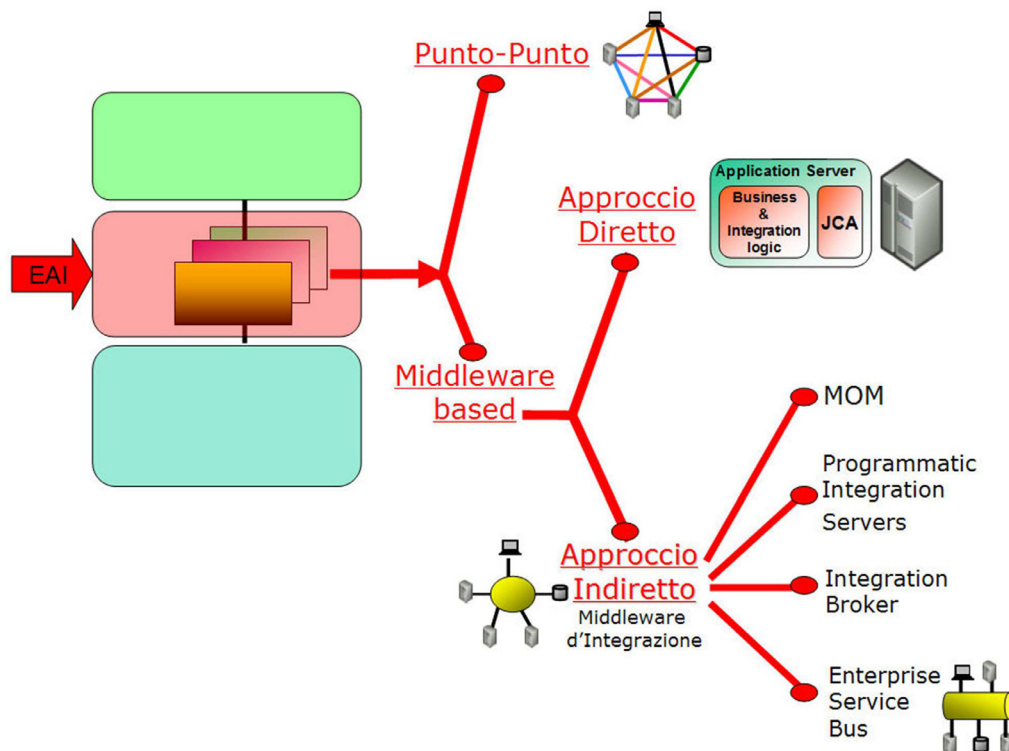
Questa architettura prevede un approccio astratto alla comunicazione inter-processo che separa l'oggetto remotizzabile da uno specifico dominio di applicazione client o server e da uno specifico meccanismo di comunicazione. Di conseguenza, è flessibile e facilmente personalizzabile. E' possibile sostituire i protocolli di comunicazione o i formati di serializzazione senza dover ricompilare il client o il server. Il sistema .NET Remoting, inoltre, non presuppone alcun modello di applicazione in particolare. Per la comunicazione è possibile utilizzare un'applicazione Web, un'applicazione console, un servizio per Windows e un numero quasi illimitato di altre opzioni. Anche i server .NET Remoting possono essere rappresentati da qualsiasi tipo di dominio di applicazione. Tutte le applicazioni possono ospitare oggetti remoti e fornire servizi a tutti i client del computer o della rete.

	Java RMI	.Net Remoting	CORBA	Web Service
Linguaggi	Java	Linguaggi propri supportati	Indipendente	Indipendente
Def. - interfaccia	Java Interfacc.	C# Interfacc	CORBA IDL	WSDL XML-Based
Struttura dati	Oggetti java	Oggetti .NET	Oggetti IDL	XML data
Protocollo di trasporto	RMI-IIOP	Binario o OAP	GIOP/IIOP	HTTP,HTTPS,...
Packaging	Serializz. Java	Serializz. .NET	ORB/CDR	SOAP/RESTFul
Infrastrut	Java RMI	.NET Remoting	ORBs	Web, mail, ftp,..

2.2.4 — Diversi approcci architetturali

L'integrazione di sistemi informativi eterogenei può essere realizzata con almeno due differenti strategie: l'approccio verticale decentralizzato e l'approccio organico centralizzato.

Il primo approccio prevede la realizzazione di collegamenti punto-punto che permettano di avere connessioni dirette tra le due applicazioni da integrare, ognuna delle quali può chiamare l'altra mediante specifiche API, mentre il secondo prevede l'introduzione nell'architettura di un opportuno strato di integrazione mediante l'adozione di un Middleware di "disaccoppiamento".

Figura 21 - Estratta da www.mokabyte.it

Esistono tre diversi approcci architetturali per ottenere l'interoperabilità tra sistemi:

- Point-to-point
- Hub and Spoke
- ESB

Ciascuno di loro ha punti di forza e debolezza poiché sono diversi in termini di complessità e quindi adottabili in scenari diversi di interoperabilità.

2.2.4.1 — Point-to-point

L'applicabilità della metodica di interoperabilità definita "Point to Point" nasce nel momento in cui diventa necessario connettere due o più sistemi.

Nell'integrazione Punto-Punto si costruiscono le singole connessioni tra le applicazioni da integrare gestendo volta per volta i problemi di comunicazione e di mapping dei dati. Questo modello, a causa della sua semplicità implementativa, diventa fortemente consigliata quando la soluzione di l'interoperabilità richiesta coinvolge pochi sistemi.

Il vantaggio principale dell'approccio P2P è che in questo modo si crea una connessione "stretta" e sincrona tra le due applicazioni, con la possibilità di integrare all'interno del codice ed in modo mirato, non solo i dati con le necessarie conversioni, ma anche le regole di business.

Questo modello funziona abbastanza bene, quando viene utilizzato all'interno di piccole infrastrutture, in cui devono essere integrati solo due o tre sistemi, fornendo una soluzione di integrazione leggera su misura per le esigenze delle infrastrutture.

Non appena però nasce la necessità di aggiungere ulteriori componenti alla infrastruttura; in questo caso il numero di connessioni point-to-point necessarie per creare un'architettura di integrazione completa comincia ad aumentare in modo esponenziale rendendo presto ingestibile l'intero sistema.

Va inoltre ricordato inoltre che ognuno di questi connettori viene sviluppato separatamente e deve essere mantenuto nel corso del tempo, il che implica manutenzioni specifiche per ciascun elemento dell'integrazione in caso di evoluzioni del sistema aziendale.

Ad una semplicità di sviluppo, questa soluzione oppone i seguenti aspetti negativi:

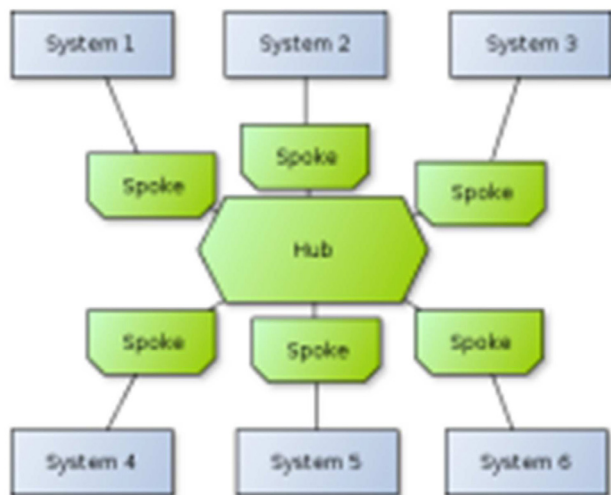
- Specifiche di integrazione definite in modo disordinato dai referenti dei singoli sistemi (gruppi di lavoro differenti) e non seguendo direttive comuni
- Molteplicità di protocolli e di tecnologie utilizzate
- Lentezze nello sviluppo e nella manutenzione delle integrazioni per i flussi Enterprise (processi dati che impattano su diversi sistemi dell'architettura IT)
- Difficoltà nel controllo di processi e flussi che attraversano

2.2.4.2 — Hub and Spoke (Integration Broker)

Per evitare i problemi sopra descritti, è opportuno definire nell'architettura uno strato di Application Integration che permetta di centralizzare la gestione delle interconnessioni, evitando di demandare la gestione di questo problema alle applicazioni.

Il primi modelli che sono stati implementati sono quelli denominati **hub-and-spoke broker based**.

L'architettura *hub-and-spoke* si basa su un hub centrale (detto anche detto "*broker engine*") che si accetta richieste da applicazioni multiple occupandosi delle operazioni di data mapping, data transformation e message routing e uno "spokers" (raggiera) che connette il sistema all'hub come raggi. I raggi sono connessi all'hub centrale tramite connettori leggeri che sono costruiti e distribuiti sulla parte superiore dei sistemi e delle applicazioni esistenti. Esso si occupa di trasferire i dati da un'applicazione all'altra, ma senza entrare nei dettagli della connettività. Uno degli scopi chiave dell'architettura *hub-and-spoke* con i connettori è di lasciare i sistemi attuali il più inalterati possibile.



Da un punto di vista architetturale, l'hub rappresenta l'interfaccia unica attraverso cui transita ogni richiesta di comunicazione tra sistemi applicativi disomogenei che devono in qualche misura inter-operare. I suoi compiti sono di tradurre dal formato di un sistema a quello di un sistema diverso e coordinare tutte le comunicazioni tra invianti e riceventi.

In questo modo, tutte le problematiche/operazioni di integrazione (messaging, intelligent routing, data transformation, data mapping, ...) risultano essere centralizzate, riusabili e facilmente amministrabili.

È il motore di integrazione centrale, chiamato il broker, che risiede nel mezzo della rete e fornisce tutte le trasformazioni messaggio, routing e qualsiasi altra funzionalità inter-applicazione. Tutte le comunicazioni tra applicazioni devono fluire attraverso l'hub, permettendo all'hub di mantenere il controllo delle interazioni dei dati per l'intera rete.

In genere, le implementazioni del broker-model forniscono anche strumenti di monitoraggio e di controllo che consentono agli utenti di accedere alle informazioni sul flusso di messaggi attraverso i loro sistemi, nonché strumenti per accelerare il complicato compito di configurare la mappatura e routing tra un gran numero di sistemi e applicazioni.

Vantaggi

Come in tutte le metodologie di integrazione di tipo EAI, il modello di broker permette accoppiamento lasco tra le applicazioni. Ciò significa che le applicazioni siano in grado di comunicare in modo asincrono, ovvero inviare messaggi e continuare a lavorare senza attendere una risposta da parte del destinatario, sapendo esattamente come il messaggio arriva a suo endpoint, o in alcuni casi, anche conoscendo il punto finale del messaggio. Un approccio di questo tipo consente inoltre di realizzare tutte le configurazioni di integrazione all'interno di un repository centrale, il che significa che una modalità di configurazione meno ripetitiva.

Svantaggi

Come qualsiasi altro modello di architettura che utilizza un motore centrale, il broker, questo può diventare un *single point of failure* per la rete. Un punto centrale unico per tutti i messaggi rende anche difficile utilizzare il modello broker su grandi distanze geografiche. Dal momento che il broker è responsabile della concorrenza tra i dati e gli stati dell'applicazione, tutti i messaggi devono passare attraverso di esso.

Infine, le implementazioni del modello broker sono spesso, prodotti proprietari pesanti ,finalizzati a sostenere sottoinsieme di uno specifico fornitore di tecnologia. Questo può presentare problemi se lo scenario di integrazione coinvolge prodotti di diversi fornitori, i sistemi sviluppati internamente , o prodotti legacy che non sono più supportati dal produttore.

Il modello di broker è stato implementato con successo da alcune aziende , ma la stragrande maggioranza dei progetti di integrazione che utilizzano questo modello alla fine falliscono. La mancanza di norme chiare per l'architettura EAI e il fatto che la maggior parte delle prime soluzioni fossero state proprietarie ha fatto sì che i primi prodotti EAI fossero costosi, pesanti, e, talvolta, non funzionassero come previsto, a meno dell'esigenza di un sistema abbastanza omogeneo. Gli effetti di questi problemi sono stati amplificati dal fatto che il modello mediatore reso il sistema EAI un singolo punto di errore per la rete. Un componente malfunzionamento significava fallimento totale per l'intera rete. Nel 2003, uno studio ha stimato che ben il 70 per cento dei progetti di integrazione in ultima analisi, non è riuscito a causa dei difetti nelle prime soluzioni di tipo "broker".

Inoltre, gran parte delle suite di integrazione ad oggi sul mercato, sono state sviluppate in tempi in cui o non esistevano "standard" o questi non erano sufficientemente maturi e stabili. I fornitori Software, hanno così sviluppato soluzioni proprietarie per risolvere le problematiche tipiche d'integrazione.

In questo modo, le suite EAI spesso forniscono tecnologie (API, script, motori di regole di trasformazione, composizione di processi, connettori proprietari, ...) proprietarie per l'implementazione della logica di integrazione, non consentendo il riuso e l'interoperabilità tra differenti piattaforme. Le competenze necessarie per lo sviluppo e la gestione di tali soluzioni, sono quindi garantite quasi unicamente dal fornitore del Prodotto (producendo una situazione di vendor lock-in) con conseguente svantaggio tecnico ed economico (licenze, manutenzione e consulenze del prodotto).

2.2.4.3 — ESB (Enterprise Service Bus)

Non esiste una definizione universalmente accettata per ESB, per semplicità riportiamo di seguito quella fornita da Gartner:

"Un Enterprise Service Bus (ESB) è un'architettura software che sfrutta, messaging , middleware, intelligent routing e trasformazione dati. Gli ESB si comportano come dorsali d'integrazione distribuite, attraverso le quali i servizi software e le applicazioni interagiscono."

Nel tentativo di allontanarsi dai problemi causati da un modello hub and spoke è emerso un nuovo modello di integrazione: il **bus**, che permette la realizzazione di una "connettività con un basso livello di accoppiamento tra i servizi richiedenti ed i servizi fornitori secondo quanto previsto dalla logica di soluzioni service-oriented".

Pur mantenendo un componente di instradamento centrale per il transito dei messaggi da sistema a sistema, l'architettura a bus ha cercato di ridurre il peso della funzionalità collocato su un singolo componente distribuendo alcuni dei compiti di integrazione ad altre parti della rete. Inoltre i singoli componenti potrebbero essere raggruppati in varie configurazioni tramite i file di configurazione per gestire qualsiasi scenario di integrazione nel modo più efficiente possibile, e potrebbero essere ospitati ovunque all'interno dell'infrastruttura, o duplicati per permettere la scalabilità in vaste aree geografiche.

Gli ESB inoltre, permettono la realizzazione di una integrazione "incrementale": è possibile infatti integrare

in momenti differenti le varie parti di un sistema attraverso un approccio cosiddetto Leave-and-layer: si lascia inalterato l'esistente portfolio dei servizi Legacy e di applicazioni esistenti riconciliando le loro differenze (logica e dati) in un nuovo layer (l'ESB !).

La figura sopra, è la traduzione effettuata attraverso un ESB del sistema Hub & spoke vista precedentemente.

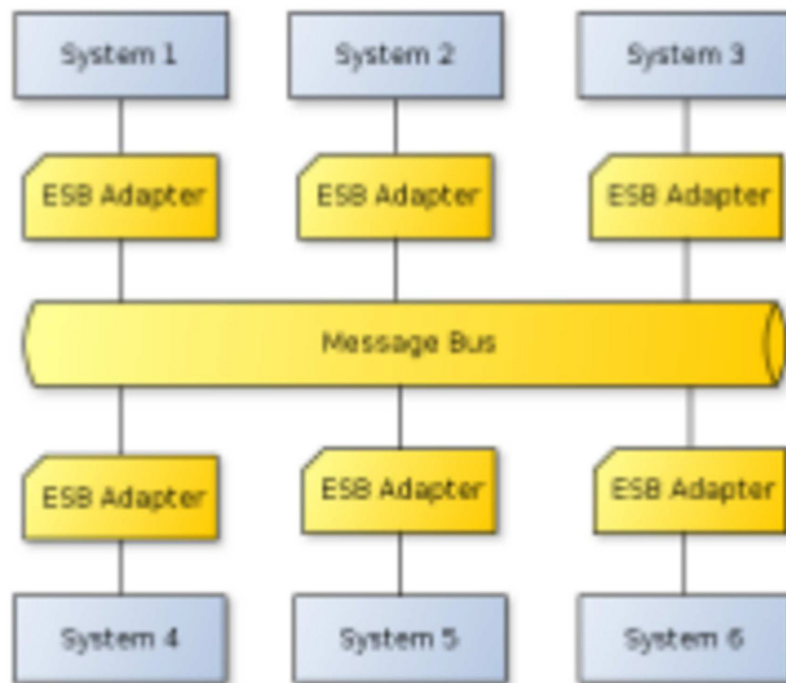


Figura 22 - ESB (adattato da Mason 2011)

Come si può notare, attraverso questo metodo viene ridotto il rischio del "single point of failure" presente nei sistemi Hub & Spoke.

Per semplicità possiamo vedere un Enterprise Service Bus (ESB) come un sistema per l'integrazione che centralizzi funzionalità quali supporto alla comunicazione sincrona ed asincrona e con un'architettura orientata ai servizi che fornisce le funzionalità tipiche dei tradizionali EAI Broker, con due fondamentali differenze.

1. La **prima** è **tecnologica**: gli ESB espongono tramite funzionalità "standard" ciò che che i tradizionali Integration Broker fornivano tramite tecnologie proprietarie.
Esempi di standard ampiamente utilizzati sono: JDBC, JCA, JMS, JMX , WSDL, UDDI, SOAP, JAX-RPC, JAXM, JAXR, SSAJ, XQuery, XPath, JBI, BP4WLS,...
2. La **seconda** differenza è **architetturale**: un ESB non si basa su un'architettura "monolitica" di tipo Hub-and-spoke, ma su di un'architettura distribuita a bus condiviso SOA (Service Oriented Architecture) oriented.

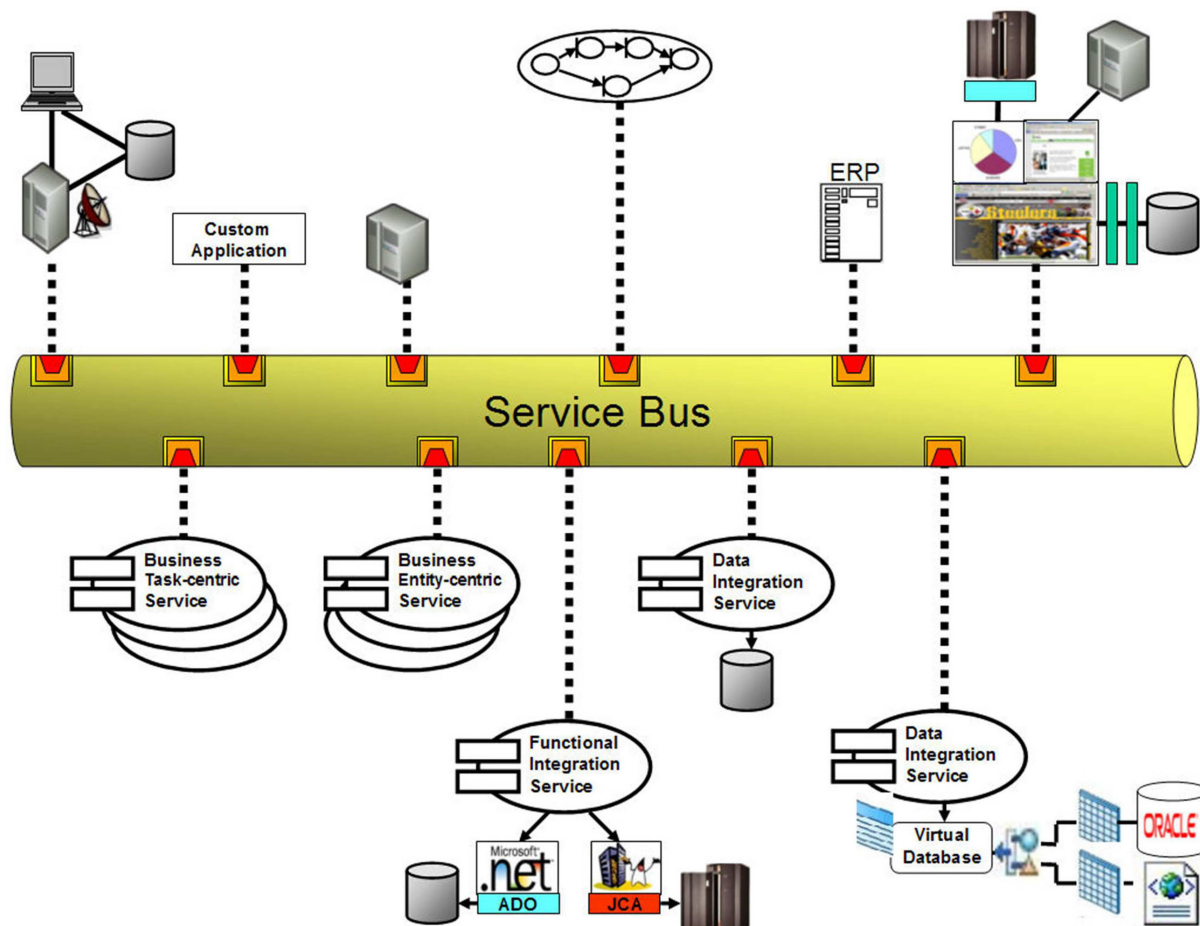


Figura 23 - www.mokabyte.it

La logica d'integrazione non è più centralizzata in un hub centrale, ma è distribuita lungo gli endpoint connessi al bus. Decentralizzando la logica di integrazione lungo il bus si migliora la scalabilità teorica ed è possibile effettuare il deploy delle funzionalità d'integrazione strettamente necessarie (selective-deployment).

L'utilizzo degli standard permette di ridurre le soluzioni proprietarie chiuse e costose tipiche dei tradizionali prodotti EAI riducendo il vendor lock-in ed i costi legati alle consulenze specialistiche ed alle licenze.

Risulta evidente che l'aumento di interoperabilità dato dall'uso di protocolli e tecnologie standard, riduce i rischi aziendali complessivi indotti dall'adozione di un middleware (in teoria lo rende "sostituibile").

In altre parole, in un'infrastruttura ESB, tutte le applicazioni sono integrate ed operano come "servizi" ottenendo così:

- Service location transparency
- Condivisione di servizi e dati all'interno della stessa azienda e tra aziende diverse
- Capacità di separare i servizi di business (funzionalità offerta dall'azienda che definisce un input ed un output) dalla implementazione dei servizi (business logic necessaria alla implementazione del servizio)

Funzionalità principali di un ESB

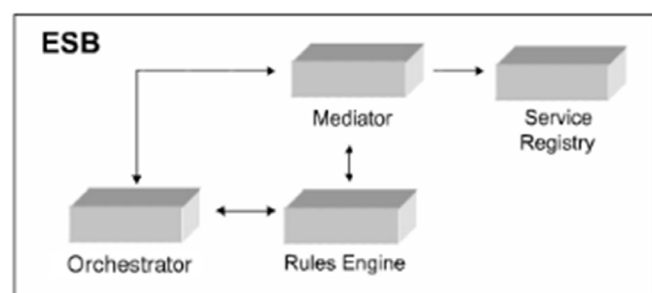
Quella che segue è una breve descrizione delle caratteristiche principali di cui dovrebbe essere composto un ESB, anche se da un'analisi del mercato ad oggi sembrerebbe non esistere un prodotto in grado di offrirle tutte.

- Trasformazione (sintattica e semantica) e mapping dei messaggi da un formato all'altro. Questa trasformazione può comprendere anche l'arricchimento dei messaggi con informazioni necessarie (es: metadati)
- Delivery dei messaggi con autenticazione, autorizzazione, non ripudio; in generale deve essere garantito il supporto middleware alla comunicazione asincrona.
- Gestione avanzata del routing dei messaggi, ad esempio sulla base del contenuto del messaggio stesso (questo permette a un servizio di mandare un messaggio senza conoscerne la destinazione).
- Funzionalità di amministrazione per la gestione e configurazione del BUS
- Esposizione di servizi middleware di supporto alla logica di business: gestione delle transazioni, logging, audit,
- Utilizzo di più protocolli di comunicazione (tramite appositi Adapter) per facilitare l'integrazione.

In analogia ai container J2EE (che erano contenitori di componenti Java Enterprise), possiamo dire che gli ESB sono contenitori di servizi. I Container forniscono delle facilities per la gestione dei servizi (es: ciclo di vita), per le modalità di comunicazione (es: gestione degli endpoint dei messaggi e modalità di inoltro) e di gestione delle risorse (es: resource pool); inoltre forniscono tipiche funzionalità infrastrutturali di middleware come monitoring, logging, audit. Avendo il supporto delle API esposte dal Middleware, lo sviluppatore può concentrarsi sullo sviluppo della logica di business (in questo caso del servizio) rispettando il service contract (cioè i messaggi di richiesta/risposta).

All'interno di un ESB possono essere individuate 4 componenti principali:

- Rules Engine: gestisce le regole e le logiche per
 - Routing
 - Message Transformation
 - Message Enhancement
- Service Registry
 - Service mapping
- Mediator
 - Routing
 - Message Transformation
 - Message Enhancement
 - Protocol transformation
 - Transaction manager
 - Security
- Composizione dei servizi:
 - Coreografia
 - Orchestrazione



Si definisce di **Routing** la capacità di smistare una richiesta verso un particolare service provider utilizzando criteri deterministici o probabilistici, le principali tipologie di routing sono:

- Statico o deterministico
- Probabilistico
- Content-based
- Policy-based
- Complex rules-based

Si definisce **Message transformation** la capacità di convertire la struttura ed il formato del payload della richiesta effettuata dal client nel formato effettivamente gestibile dal service provider. Esempi di queste trasformazioni sono:

- XML > XML
- XML > Object (RMI verso il service provider)
- Object > XML

Si definisce **Message Enhancement** la capacità di aggiungere, modificare o eliminare l'informazione contenuta in un messaggio in modo da renderlo compatibile col service provider. Esempi di tipologie di Message Enhancement sono:

- Conversione del formato dei dati
- Aggiunta di informazioni non presenti originariamente
- Conversione dei dati (es. eliminazione spazi)
- Enhancements basati su regole

Si definisce **Protocol Transformation** la capacità di accettare un tipo di protocollo nei confronti del client (es. SOAP, JMS) e comunicare al service provider attraverso un altro protocollo (es. RMI) per inviare lo stesso payload utilizzando un differente protocollo.

Si definisce **Transaction Management e sicurezza** la capacità di trattare una richiesta od un servizio di business come se fosse una singola unità di lavoro. In particolare un ESB dovrebbe offrire un framework per la compensazione della transazione e la gestione della loro sicurezza; dove con il termine sicurezza si intende la capacità di proteggere i servizi da accessi non autorizzati, fondamentale quindi diventano la messa a disposizione di funzionalità per:

- Autenticazione
- Autorizzazione
- Auditing
- Amministrazione

Si definisce **Service Mapping** la capacità di mappare un servizio di business con la corrispondente implementazione e di fornire informazioni relative a binding e locazione. Solamente l'ESB conosce i dettagli sulla locazione del servizio, deve essere sua cura quindi fornisce al client la cosiddetta "location transparency". L'implementazione dei mapping può essere effettuata attraverso XML, DB, Hard-coded nell'ESB (anche se

considerata poco flessibile). Le informazioni necessarie per la gestione dei mapping sono:

- Nome del servizio di business
- Nome dell'implementazione
- Protocollo e binding
- Informazioni specifiche del protocollo (es. timeout, locazione dei server di backup)
- Informazioni di routing specifiche del servizio di business

Si definisce **Transaction Management** la capacità di gestire lo stato e le richieste assicurando il delivery del messaggio di risposta al client.

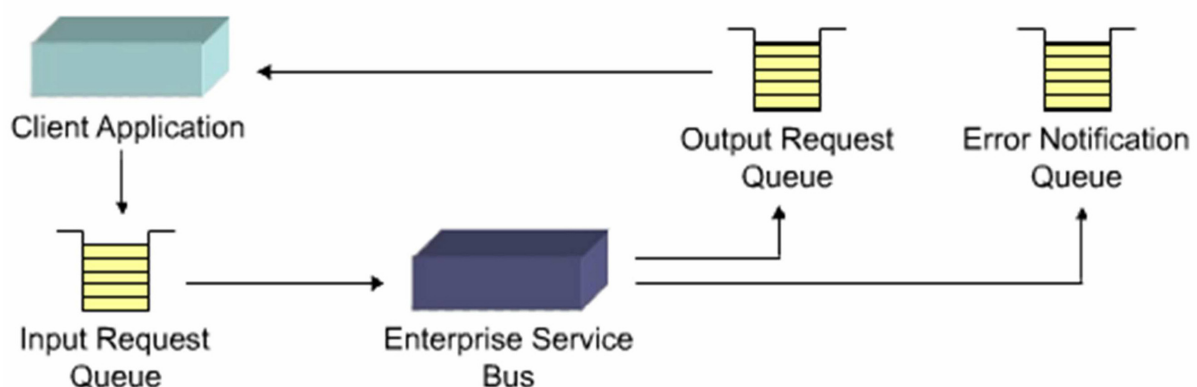


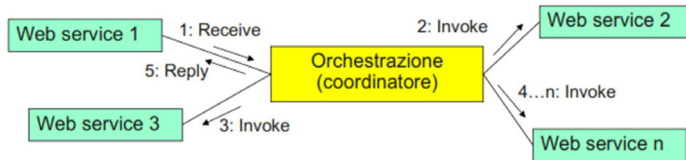
Figura 24

Si definisce **Composizione di servizi** la capacità del sistema di permettere l'implementazione di un servizio Web la cui logica richiede l'invocazione di operazioni offerte da altri servizi Web. In questo modo è possibile ottenere un nuovo servizio a valore aggiunto componendo le funzionalità di servizi già esistenti. Col crescere del numero dei servizi, nasce infatti la necessità di avere tecnologie per la composizione dei servizi che ricordano quelle dei sistemi di workflow. L'obiettivo è combinare più servizi al fine di realizzare attività complesse che coinvolgono diversi partner aziendali, per far questo sono necessarie apposite infrastrutture per supportare gli sviluppatori (Web Service Composition Middleware).

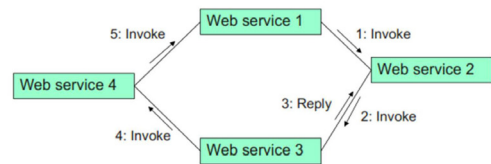
Esistono due approcci per la composizione dei servizi: coreografia e orchestrazione.

Nella **Service orchestration** esiste un coordinatore centralizzato (broker) che controlla i servizi coinvolti e coordina l'esecuzione delle differenti operazioni. I singoli servizi non fanno parte di un business process a livello di astrazione più elevato, solo il coordinatore conosce gli obiettivi della composizione e gestisce l'ordine e la logica delle invocazioni dei servizi, nonché il relativo passaggio dei dati. Il Linguaggio **BPEL** (Business Process Execution Language) è ad oggi il linguaggio standard de facto; Altri linguaggi:

- Business Process Modeling Notation (BPMN)
- Web Service Conversation Language (WSCL)



Orchestrazione



Coreografia

Nella Service Choreography viene definita una collaborazione tra entità di pari livello. Ogni servizio coinvolto nella composizione sa quando eseguire le operazioni e con quali servizi interagire

Tutti i partecipanti alla coreografia sono consapevoli della logica del business process, delle operazioni da eseguire e dei messaggi da scambiare.

Un ESB quindi, rispetto ai prodotti tradizionali di integrazione, dovrebbe ridurre il vendor lock-in, i costi di licenze e manutenzione e permettere una maggiore garanzia di portabilità del codice e di interoperabilità.

Ad oggi, praticamente quasi tutti i principali produttori di Software hanno realizzato o intendono realizzare un proprio prodotto ESB da proporre sul mercato.

Da un lato società che proponevano broker di integrazione tradizionali (es: IBM e SeeBeyond) hanno affiancato alla loro suite d'integrazione anche dei prodotti ESB, dall'altro le società di dimensioni più limitate che proponevano sistemi di comunicazioni a messaggi hanno migliorato il loro prodotto aggiungendo nuove features. Altri venditori hanno riadattato le loro integration suite effettuando di fatto un rebrand del loro prodotto al fine di ridurre i costi (licenze e manutenzione), altri ancora hanno provveduto a "sfruttare" il trend fornendo una versione "light" del prodotto Integration Broker in veste di ESB.

Process Mapper Engine: sono le piattaforme EAI di ultima generazione. Tali EAI si occupano della gestione dei processi.

Oltre al livello di astrazione dei connectors e degli adapters viene introdotto un ulteriore livello di astrazione detto Process Flow: in pratica viene astratta la logica di integrazione (composition logic).

In tale scenario si può scegliere come integrare i diversi sistemi secondo una logica dei servizi da essi offerti. Da qui alle architetture SOA (Service Oriented Architecture) il passo è breve.

Nel modello bus, il sistema EAI il bus o è implementato come un modulo residente in un bus già esistente o un middleware orientato ai messaggi. I sistemi di questo tipo si chiamano anche ESB (Enterprise Service Bus).

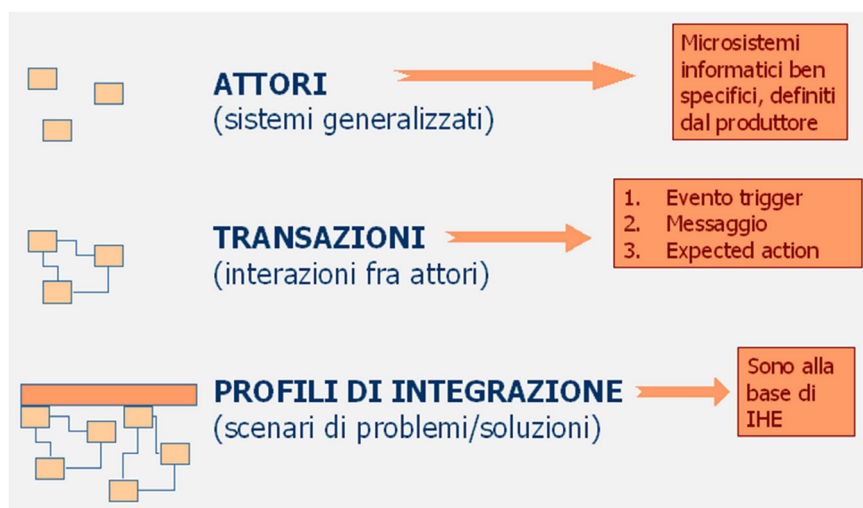
2.3 — Aspetti specifici per l'interoperabilità in sanità

2.3.1 — IHE

IHE significa "Integrating the Healthcare Enterprise" e rappresenta un'iniziativa internazionale di produttore ed utenti a supporto dello sviluppo dell'integrazione tra sistemi informativi sanitari. Nelle strutture sanitarie esistono numerosi sistemi informativi distinti, che gestiscono i dati anagrafici, clinici e diagnostici del paziente. Questi sistemi necessitano di condividere informazioni, tuttavia, pur utilizzando protocolli standard

di comunicazione, spesso non sono in grado di scambiarsi efficientemente dati, in quanto gli standard stessi possono presentare conflitti interpretativi e troppa ampia scelta di opzioni. L'iniziativa IHE, nata negli Stati Uniti nel 1998 ad opera di RSNA (Radiological Society of North America) e HIMSS (Healthcare Information and Management Systems Society) si propone di definire in maniera chiara come gli standard esistenti (in particolare DICOM e HL7) debbano essere utilizzati dai diversi sistemi informativi per realizzare un'integrazione tra loro, partendo dall'analisi del reale workflow clinico.

L'obiettivo di IHE è quello di assicurare che, nella cura dei pazienti, tutte le informazioni richieste per le decisioni cliniche siano corrette e facilmente reperibili da parte delle varie figure professionali coinvolte. Per realizzare ciò IHE non definisce un vero e proprio standard di comunicazione, bensì costruisce un linguaggio univoco, eliminando le possibili ambiguità contenute negli standard esistenti. Nello stesso tempo IHE vuole essere un ambiente di riferimento sui problemi di integrazione tra i diversi sistemi informativi e le apparecchiature medicali. Per realizzare questo obiettivo è necessario un aggiornamento continuo dei documenti di linee guida (Technical Framework) e la collaborazione aperta tra vendor e utilizzatori.



Il framework IHE si basa sostanzialmente su tre concetti fondamentali:

Attori: sono sistemi informatici specifici oggetto dell'integrazione

Transazioni: sono interazioni tra attori e sono definite in tre fasi. *Event trigger* che scatena la transazione, *Message* da inviare nella transazione, *Expected action* che specifica cosa ci si attende dopo l'invio del messaggio

Profili: rappresentano gli scenari di integrazione, le regole di integrazione tra due o più attori.

I profili di maggior interesse a fini di integrazione dei dati clinici sono i seguenti in quanto rappresentano la possibilità di condividere le principali tipologie di dati strutturati e non tra attori diversi:

XDSb Cross Enterprise Document Sharing

È il profilo IHE che detta le linee guida per lo scambio di documentazione clinica tra aziende o strutture sanitarie diverse, consistano esse in singoli reparti ospedalieri, cliniche, medici privati, ecc... La prima versio-

ne del profilo (XDS.a) differisce da una sua seconda versione denominata XDS.b in quanto in quest'ultimo caso vengono adottati degli standard in revisioni più recenti (ebXML 3.0, SOAP v1.2, MTOM/XOP). I nuovi implementatori sono caldamente invitati a considerare esclusivamente il profilo XDS in versione b, anche se la migrazione da un profilo all'altro risulta relativamente semplice, i due profili possono coesistere e sono equivalenti in termini di funzionalità. Resta il fatto che sul profilo XDS.b si fondano le basi di molti altri profili IHE in corso di definizione, tra cui il profilo XUA (Cross-Enterprise User Assertion) e XCA (Cross-Community Access). In questo profilo si assume che ogni organizzazione appartenga ad uno o più Affinity Domain, ciascuno consistente in un insieme di organizzazioni sanitarie che sottoscrivono delle policies e condividono una infrastruttura tecnologica con lo scopo di scambiarsi tra loro documenti clinici. Le policies oggetto degli accordi riguardano aspetti quali l'identificazione dei pazienti, il controllo degli accessi, l'ottenimento del consenso alla trattazione dei dati, ma anche il formato, il contenuto, la struttura, l'organizzazione e la rappresentazione delle informazioni cliniche.

XCA Cross-Community Access

Definisce attori e transazioni per la condivisione delle informazioni ad un livello superiore di quello ospedaliero. Attualmente il profilo XCA detta linee guida concrete principalmente per lo scambio documentale. Nel profilo XCA viene definito il concetto di Community come un insieme di strutture sanitarie che sottoscrivono delle policies e adottano protocolli di comunicazione condivisi con lo scopo di condividere documentazione clinica. Ciascuna Community viene identificata da un codice univoco (homeCommunityId). In questo profilo vengono definiti due nuovi attori: Initiating Gateway e Responding Gateway. Il primo si prende carico di tutte le transazioni in uscita dalla Community locale, e si preoccupa di inoltrarle alle altre Community. Il Responding Gateway, invece, gestisce tutti i flussi in ingresso dalle altre Community e li recapita agli attori afferenti alla Community locale. Un notevole vantaggio derivante dall'adozione del profilo XCA è che consente l'interoperabilità sia tra Community strutturate al loro interno secondo il profilo XDS che tra e con Community non aderenti ad XDS o sviluppate secondo principi legacy.

XDS-I Cross Enterprise Document Sharing for Imaging

Definisce attori e transazioni per la condivisione delle immagini

XDS.SD Cross Enterprise Document Sharing Scanned Documents

Definisce attori e transazioni per la condivisione di informazioni provenienti da documenti scansionati

XDM Cross Enterprise Media Interchange

Definisce attori e transazioni per la condivisione di informazioni provenienti da CD, Usb, allegati di posta elettronica o da altri device

A titolo indicativo si elencano i profili dell'IT Technical Framework di IHE.

[ATNA] Audit Trail and Node Authentication Basic security through (a) functional access controls, (b) defined security audit logging and (c) secure network communications.

[BPPC] Basic Patient Privacy Consents method for recording a patient's privacy consent acknowledgement to be used for enforcing basic privacy appropriate to the use.

[CT] Consistent Time enables system clocks and time stamps of computers in a network to be synchronized (median error less than 1 second).

[XCA] Cross-Community Access allows to query and retrieve patient electronic health records held by other communities.

[XDM] Cross-enterprise Document Media Interchange transfers documents and metadata using CDs, USB memory, or email attachments.

[XDR] Cross-enterprise Document Reliable Interchange exchanges health documents between health enterprises using a web-service based point-to-point push network communication.

[XDS] Cross Enterprise Document Sharing share and discover electronic health record documents between healthcare enterprises, physician offices, clinics, acute care in-patient facilities and personal health records.

[XDS-SD] Cross-enterprise Sharing of Scanned Documents enables electronic records to be made from legacy paper, film, and other unstructured electronic documents.

[XUA] Cross-Enterprise User Assertion communicates claims about the identity of an authenticated principal (user, application, system...) across enterprise boundaries - Federated Identity.

[DSUB] Document Metadata Subscription describes the use of subscription and notification mechanism for use within an XDS Affinity Domain and across communities.

[EUA] Enterprise User Authentication enables single sign-on inside an enterprise by facilitating one name per user for participating devices and software.

[MPQ] Multi-Patient Queries aggregates queries to a Document Registry for data analysis such as provider accreditation, clinical research trial data collection or population health monitoring.

[PAM] Patient Administration Management establishes the continuity and integrity of patient data in and across acute care settings, as well as among ambulatory caregivers.

[PDQ] Patient Demographics Query lets applications query by patient demographics for patient identity from a central patient information server.

[PIX] Patient Identifier Cross Referencing lets applications query for patient identity cross-references between hospitals, sites, health information exchange networks, etc.

[PDQv3] Patient Demographics Query HL7 v3 extends the Patient Demographics Query profile leveraging HL7 version 3.

[PIXv3] Patient Identifier Cross-Reference HL7 v3 extends the Patient Identifier Cross-Reference profile leveraging HL7 version 3.

[PSA] Patient Synchronized Application allows cooperating applications on a workstation to synchronize to selected patient context.

[PWP] Personnel White Pages provides basic directory information on human workforce members within an organization.

[RFD] Retrieve Form for Data Capture enables EHR applications to directly request forms from clinical trial sponsors and public health reporting.

[RID] Retrieve Information for Display provides simple (browser-based) read-only access to clinical information (e.g. allergies or lab results).

[SVS] Sharing Value Sets distributes centrally managed common, uniform nomenclatures.

[XCPD] Cross-Community Patient Discovery supports locating communities with patient electronic health records and the translation of patient identifiers across communities.

[XDW] Cross Enterprise Workflow coordinates human and applications mediated workflows across multiple organizations.

[XPID] XAD-PID Change Management Updates the relationship between XDS Affinity Domain patient identifiers and other patient identifiers.

[CSD] Care Services Discovery supports queries across related directories containing data about organizations, facilities, services, and providers.

[XCF] Cross Community Fetch fetches a single or small pre-negotiated list of documents from another community.

[DEN] Document Encryption encrypts individual documents and portable media content.

[DSG] Document Digital Signature is a content profile that specifies digital signatures for documents.

[HPD] Healthcare Provider Directory supports discovery and management of healthcare provider information, both individual and organizational, in a directory structure.

[mACM] Mobile Alert Communication Management(mACM) defines a lightweight RESTful interface to an alert infrastructure leveraging technologies readily available to mobile applications and lightweight browser based applications.

[MHD] Mobile access to Health Documents provides a RESTful interface to Document Sharing including XDS.

[IUA] Internet User Authorization provides user authorization for RESTful interface.

[PDQm] Patient Demographics Query for Mobile (PDQm) defines a lightweight RESTful interface to a patient demographics supplier leveraging technologies readily available to mobile applications and lightweight browser based applications.

[PIXm] Patient Identifier Cross-Reference for Mobile (PIXm) defines a lightweight RESTful interface to a patient identifier cross-reference leveraging technologies readily available to mobile applications and lightweight browser based applications.

[PLT] Patient Location Tracking defines a method to support tracking the location of a patient within a facility that is enabled.

[SeR] Secure Retrieve defines a model for Access Control for XDS environments that have a centralized Access Control Decision, with Document Repository enforcement.

[XCDR] Cross-Community Document Reliable Interchange (XCDR) defines a cross-community push for documents.

[APPC] Advanced Patient Privacy Consents defines a structural representation of a patient-specific Privacy Policy.

[DRR] Document-based Referral Request supports referral requests that are transferred by document sharing (e.g., XDS, XDR, XDM).

[NAV] Notification of Document Availability supports out-of-band notifications of documents of interest between systems or users.

2.3.2 — (v2,v3,CDA,FHIR)

Health Level Seven International (HL7) è un'organizzazione non profit fondata nel 1987, per lo sviluppo di standard, accreditata ANSI, dedicata a fornire un framework globale e relativi standard per lo scambio, l'integrazione, la condivisione e il recupero delle informazioni sanitarie elettroniche che supporti la pratica clinica e la gestione, la distribuzione e la valutazione dei servizi sanitari. HL7 è supportato da oltre 1.600 membri provenienti da oltre 50 paesi, tra cui oltre 500 membri collettivi che rappresentano gli operatori sanitari, gli enti governativi, le aziende farmaceutiche, i vendor e fornitori, e le società di consulenza.

Gli standard Sanitari possono essere utilizzati come un CDM per fornire un basso livello di accoppiamento nella implementazione di un sistema di interoperabilità di tipo SOA o EAI.

Fondata nel 1987, la Health Level Seven International, come ampiamente spiegato nel sito www.hl7.org è un'organizzazione accreditata dall'ANSI per lo sviluppo di standard per lo scambio e la condivisione di informazioni sanitarie, a livello elettronico, che possano dare supporto clinico e valutare e gestire i servizi sanitari. L'HL7 non è un linguaggio di programmazione, è piuttosto un insieme di regole per agevolare la comunicazione fra applicazione ed applicazione. Infatti, il numero 7 si riferisce proprio al livello di Applicazione dello standard ISO/OSI per i protocolli di comunicazione.

Poiché l'HL7 è stato realizzato per lo scambio di informazioni cliniche fra dispositivi all'interno di un SIS, che utilizzano piattaforme hardware e software diverse, esso deve far fronte a diverse tipologie di dati che vengono condivisi. Per far fronte a questo problema l'HL7 mette a disposizione diversi tipologie di messaggi, ognuna delle quali è relativa ad un certo evento.

Vediamo di seguito quali sono i più utilizzati:

- ACK: utilizzato per la gestione di messaggi di Acknowledgment
- ADT: utilizzato per la gestione di informazioni relative all'Accettazione, alla Dimissione ed al Trasferimento dei pazienti
- BAR: utilizzato per la gestione di informazioni relative all'aggiunta o alla modifica delle fatture
- DFT: utilizzato per la gestione di informazioni relative a transazioni finanziarie dettagliate
- MDM: utilizzato per la gestione di informazioni che riguardano la gestione di documenti medici, quali i referti
- ORM: utilizzato per la gestione di messaggi che riguardano richieste d'esame
- RAS: utilizzato per la gestione di messaggi che riguardano il trattamento del paziente

I messaggi HL7 sono composti in testo ASCII ed hanno una struttura gerarchica molto precisa:

- ogni messaggio è suddiviso in più segmenti ognuno dei quali riporta delle informazioni relative ad uno specifico ambito della richiesta contenuta del messaggio. Ad esempio, il messaggio in figura 1.4 è composto da 5 segmenti :
 - MSH: il Message Header, in cui vengono inserite tutte le informazioni relative al tipo di messaggio (ORM,MDM, etc.), all'applicazione che ha inviato il messaggio e a quella che lo deve ricevere, etc.

- { PID: il Patient Identification, che include informazioni relative all'identificazione del paziente, quali nome, cognome, sesso, indirizzo, etc.
 - { PV1: il Patient Visit information, che include informazioni ambulatoriali relative al ricovero di un paziente, quali il posto letto assegnato, il nome e l'identificativo del dottore che ha richiesto il ricovero o la visita.
 - { OBR: l'Observation Request, che include i dettagli relativi ad esami o studi diagnostici o alla valutazione dei risultati ottenuti da un esame.
 - { ORC: il Common Order, che contiene le informazioni relative alla richiesta che si sta effettuando con la consegna del messaggio, per esempio il tipo di esame che bisogna effettuare, il dottore richiedente etc.
- Ogni segmento è suddiviso in più campi, in questi vengono inserite le informazioni relative al segmento a cui il campo fa riferimento. Ad esempio il segmento MSH in figura 1.5 contiene 19 campi, ognuno dei quali deve contenere una specifica informazione. Di seguito vediamo, in ordine, alcuni dei campi che sono contenuti nel segmento MSH:
 1. Field separator: deve riportare il carattere speciale che identifica in che modo nel messaggio si possono distinguere i campi. Solitamente tale carattere è predefinito di default.
 2. Encoding Character: caratteri speciali utilizzati per identificare la struttura del messaggio. Anche questi caratteri sono definiti di default,
 3. Il separatore di ripetizioni, il carattere d'uscita ed il separatore di sottocomponenti.
 4. Sending Application: campo che riporta il nome dell'applicazione che ha generato il messaggio.
 5. Sending Facility: campo che riporta il nome della struttura mittente del messaggio generato dall'applicazione
 6. Receiving Application: campo che riporta il nome dell'applicazione che deve ricevere il messaggio
 7. Receiving Facility: campo che riporta il nome della struttura destinataria del messaggio generato dall'applicazione
 8. Date/time of message: data e ora di generazione del messaggio
 9. Message Type: tipo del messaggio
 - Ogni campo può essere suddiviso in più componenti, in questo modo si possono arricchire le informazioni contenute nel campo a cui la componente fa riferimento. Per esempio nel segmento MSH il campo Message Type è suddiviso in due componenti:
 - la prima riporta il tipo di messaggio,
 - la seconda riporta l'evento che ha dato luogo al messaggio.

Ad esempio figura il campo Message Type è valorizzato con ORMbO01, che significa che il tipo del messaggio è una richiesta esame (ORM) generata a motivo dell'evento O01.

```
MSH|^~\&|OF_EXPRIVA|EXPRIVA|SYSTEMPLUS|MICROMED|20140114151219||ORM^O01|000000004|P|2.5|||||8859/1|
```

Nella tabella seguente sono riportati i principali standard sviluppati da HL7 raggruppati per categorie.

Data Exchange/Messaging		
HL7 Messaging Standard Version 2, Version 3	HL7 V2.x, HL7 V3	Formati dei messaggi elettronici per i dati clinici, finanziari e amministrativi. V2 è comunemente usato nel software disponibile in commercio. La pubblicazione della V3 è iniziata nel gennaio 2005

Documents		
Clinical Document Architecture	CDA	Modello di scambio standard per i documenti clinici come lettere di dimissione, patient summary, e referti specialistici, di radiologia e laboratorio analisi
Continuity of Care Document	CCD	Rappresentazione dei dati Continuity of Care Record (CCR) come un documento CDA codificato in XML

Conceptual		
HL7 Reference Information Model	RIM	Modello generico condiviso che facilita l'interoperabilità attraverso la standardizzazione di tutti i modelli di dominio a una norma. Al RIM fanno riferimento i messaggi V3, i documenti CDA e lo standard FHIR

Applications		
HL7 Clinical Content Object Workgroup Standard	CCOW	Standard per fornire una vista coerente e capacità di identificazione unica alle informazioni dei pazienti da fonti eterogenee

Electronic Health Record		
HL7 EHR-System Functional Model	EHR-S FM	Modello standardizzato di funzioni che possono essere presenti in un EHR
HL7 PHR-S FM Personal Health Record System Functional Model	PHR-S FM	Caratteristiche e funzioni per creare e gestire PHR necessari a mantenere un vista della storia di salute di un individuo

FHIR		
HL7 Fast Health Interoperable Resources	FHIR	Standard di prossima generazione, comprende le migliori caratteristiche della linee di prodotto Version 2, Versione 3 e CDA, sfruttando i più recenti standard web per l'implementazione

2.3.3 — FHIR

FHIR® – Fast Healthcare Interoperability Resources (hl7.org/fhir) – è il framework di standard di prossima generazione creato da HL7. FHIR combina le migliori caratteristiche delle linee di prodotto HL7 v2, HL7 v3 and CDA facendo, al tempo stesso, uso dei più recenti standard web ed applicando una particolare attenzione agli aspetti dell'implementabilità.

Le soluzioni FHIR sono costruite attorno ad un set di component modulari chiamati "Risorse". Queste risorse possono essere facilmente assemblate in sistemi funzionali che possono risolvere problematiche cliniche, amministrative del mondo reale, il tutto ad un costo minimale rispetto alle alternative esistenti. FHIR è utilizzabile in una ampia gamma di contesti: mobile phone apps, comunicazioni basate su cloud, condivisione di dati basati su CCE e FSE, comunicazioni server nell'ambito healthcare providers istituzionali, ed altro ancora.

Motivazioni della scelta di FHIR

I principi alla base dello sviluppo di FHIR hanno lo scopo di affrontare le sfide emerse in HL7 in trenta anni di sviluppo, con il superamento dei limiti degli standard esistenti. Tra questi possiamo elencare la limitazione ad un particolare paradigma (documenti o messaggi), una curva di apprendimento significativa (soprattutto per V3 e CDA), strumenti di supporto limitati, i problemi di interoperabilità tra le versioni per il V3. Inoltre, V3 e CDA non hanno portato il livello di interoperabilità desiderato e V2 non scala bene.

Le principali differenze di FHIR rispetto agli standard esistenti che si possono evidenziare sono:

- Focus sulle implementazioni e sugli implementatori
- Supporto per scenari comuni
- Impiego di moderne tecnologie web e servizi RESTful e specifiche web standard come XML, JSON, http, Atom, OAuth
- Leggibilità umana come livello base di interoperabilità
- Il nome e il logo sono proprietari, ma la specifica è gratuita per l'uso senza restrizioni
- Supporto di più paradigmi e architetture
- Caratteristiche di buone pratiche di governance

Vediamo di caratterizzare nello specifico alcune di queste peculiarità.

Focus sugli implementatori

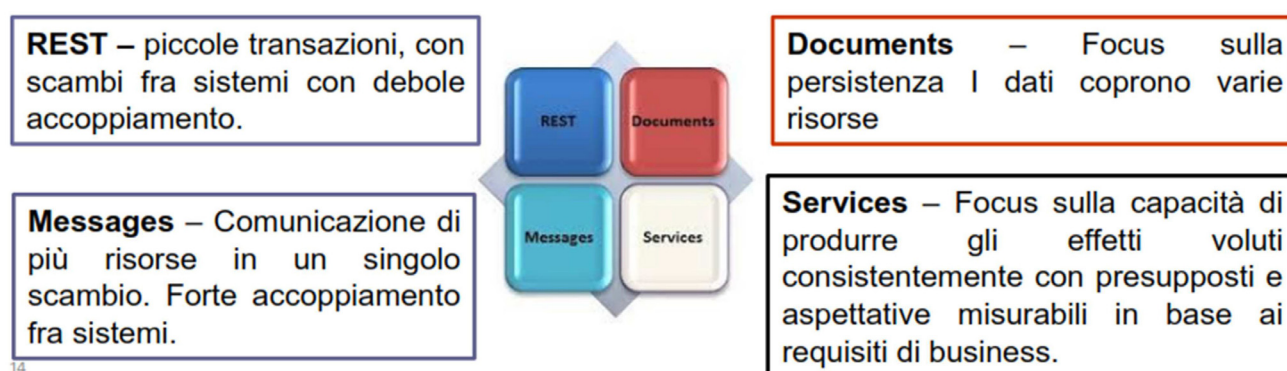
Dire che uno standard ha come focus gli implementatori significa che la specifica è scritta per un destinatario obiettivo: gli implementatori (che non sono solo i programmatori). Quindi il rationale e gli approcci di modellazione su cui si basa il FHIR sono mantenuti senza la necessità per gli implementatori di conoscere o imparare il modello o la modellazione. Sono molteplici le implementazioni di riferimento. Gli implementatori hanno a disposizione quindi molti Server di test, disponibili pubblicamente, API e librerie pubblicate con specifiche C#, Java, Pascal, Swift, e altre di prossima pubblicazione. Inoltre possono verificare gli approcci di specifiche attraverso la partecipazioni a specifici Connectathon. Per l'implementazione inoltre sono presenti numerosi esempi per iniziare lo sviluppo. Le specifiche sono concise e di facile comprensione in un formato leggibile per facilitarne l'uso da parte degli sviluppatori.

Supporto di "scenari comuni"

Il supporto di scenari comuni significa che l'inclusione di contenuti nelle specifiche core si basa sulla regola "80%", ovvero sono inclusi solo gli elementi di dati di cui siamo sicuri che la maggior parte (~ 80%) delle implementazioni normali che utilizzano questa risorsa ne farà uso. Gli altri contenuti sono specificati con le estensioni (ne parleremo più avanti). Questo obiettivo rappresenta una importante sfida di governance da raggiungere. Inoltre le risorse devono essere semplici e facili da capire e da usare.

La specifica dell'80% assicura l'interoperabilità di "base". Invece, per una interoperabilità "robusta" in modo che le estensioni non infrangano l'interoperabilità (le estensioni sono "cosa succede" quando la regola 80/20 non soddisfa i requisiti clinici), FHIR definisce i Profili che vincolano la struttura e la Conformità per vincolare il comportamento. Entrambi sono necessari per poter rivendicare "Sono conforme FHIR"

Supporto di più paradigmi e architetture



FHIR supporta 4 paradigmi di interoperabilità: REST, protocollo leggero, che strutta lo stack web; Documents, per la persistenza a lungo termine; Messages, che garantisce il paradigma richiesta/risposta; e Services, per le interfacce basate su SOA. Indipendentemente dal paradigma di interoperabilità implementato, il contenuto informativo rimane lo stesso, rappresentato con gli stessi modelli e gli stessi profili.

Vantaggi commerciali FHIR

Sono molti gli aspetti di FHIR che portano vantaggi commerciali nel suo utilizzo, e tra questi ne vogliamo individuare alcuni:

- L'impiego di uno schema internazionale che facilita la riduzione delle soluzioni a silos, la formazione di una comunità di sviluppatori e implementatori più estesa, il miglioramento dell' open source e degli strumenti di sviluppo, la possibilità di sfruttare i profili, la provenienza dei dati da più luoghi.
- La facilità d'uso che porta gli sviluppatori ad essere rapidamente operativi, con una bassa curva di apprendimento.
- L'estensibilità che consente di aggiungere facilmente nuove funzionalità, senza la necessità che i partner di comunicazione si debbano muovere simultaneamente.
- La flessibilità che permette l'impiego di architetture multiple, basate sui componenti.

Andando a considerare i costi di integrazione e di interoperabilità, occorre tener presente i fattori che ne guideranno la riduzione, ovvero il fatto che FHIR risulti più facile da sviluppare, più facile nella risoluzione di problemi, più facile da sfruttare nella produzione e che sempre più persone siano in grado di fare il lavoro (con

riduzione dei costi per consulenti). Inoltre, si nota un effetto che si fa già sentire, cioè che ci sono soluzioni concorrenti che dovranno corrispondere ai costi, o scomparire dal mercato.

2.3.4.1 — Descrizione Tecnica di Resources

Le risorse sono le più piccole unità logiche distinte di scambio con un comportamento definito e uno specifico significato, le cui identità e posizione sono conosciute. Una risorsa è la più piccola unità di transazione definita per l'assistenza sanitaria. Nello standard V2 corrisponde ai Segments, mentre nello standard V3 ai CMETs (Common Message Element Types).

Esempi di risorsa amministrativa sono Patient, Practitioner, Organization, Location, Coverage, Invoice; esempi di Concetti Clinici invece possono essere Allergy, Condition, Family History, Care Plan; mentre alcuni esempi di risorse infrastrutturali sono Document, Message, Profile, Conformance.

Le risorse traggono la loro importanza dalla caratteristica di poter essere riutilizzate, in quanto si possono usare le stesse strutture di risorse (e profili su di esse) in molte soluzioni. Esse permettono inoltre delle comunicazioni più leggere dato che si può puntare alle risorse "per riferimento" piuttosto che l'invio di tutti i dati, e sono adatte al modo con cui i dati vengono memorizzati

Ogni risorsa definisce:

- Quali elementi sono parte del "core"
- Nomi
- Definizioni
- Cardinalità
- Elenchi di codici
- Mapping (a RIM, v2 e altre specifiche)
- Vincoli

Tutto è definito in forma computazionale e permette di creare specifiche, schemi, implementazioni di riferimento. Inoltre, ogni risorsa contiene una rappresentazione di testo leggibile utilizzando html come un'opzione di visualizzazione di riserva per la sicurezza clinica. Ciò è particolarmente importante per le informazioni cliniche complesse in cui molti sistemi utilizzano un semplice approccio basato sul testo / documento.

Estensioni

Una sfida centrale per gli standard nella sanità è come gestire la variabilità causata dai diversi processi sanitari. Nel corso del tempo, più campi e opzioni vengono aggiunti alla specifica, incrementando gradatamente costi e complessità alle implementazioni risultanti. L'alternativa si basa su estensioni personalizzate, ma anche queste creano molti problemi di implementazione.

FHIR risolve questo problema definendo un framework standard semplice per estendere e adattare le risorse esistenti. Tutti i sistemi, non importa il modo in cui siano sviluppati, possono facilmente leggere queste estensioni e le definizioni di estensione possono essere recuperate utilizzando lo stesso framework utilizzato per il recupero delle risorse.

Ogni elemento può essere esteso, ma ogni estensione deve avere il riferimento a una definizione computabile e il valore da un insieme di tipi noti. Ogni sistema deve essere in grado di leggere, scrivere, archiviare e scambiare tutte le estensioni valide. Tutte le estensioni sono validate da uno schema.

2.3.4.2 — Cronologia FHIR

Nella tabella si riporta la cronologia delle pubblicazioni delle varie versioni di FHIR:

Anno	2011/2012	2014	2015/2016	2016/2017	2017/2018	2019/2020
Versione	Primo Draft	DSTU 1	DSTU 2	DSTU 2.1	Normativa 1	Normativa 2

DSTU (Draft Standard for Trial Use) significa che tutti gli aspetti della specifica FHIR sono potenzialmente soggetti a modifiche. Il contenuto previsto della DSTU 2.1 include le versioni DSTU della maggior parte delle risorse finanziarie e altre risorse che sono state pubblicate come bozza nella DSTU 2.0, la revisione del flusso di lavoro FHIR, comprese le risorse “richiesta / ordine” e alcuni aggiornamenti alle risorse FHIR “non congelate”.

Nella tabella seguente si riportano i livelli di maturità che indicano il livello di stabilità FHIR e la prontezza verso il mercato:

FMM0	Pubblicato nella build corrente
FMM1	Passa la QA interna, pronto per i test -la risorsa è “done”, nessun avviso di compilazione
FMM2	Testato ed approvato al Connectathon
FMM3	Superato il ballottaggio con > 10 commenti da > 3 organizzazioni
FMM4	Testato in diversi ambiti, pubblicato in DSTU, realizzazione del prototipo ed implementazioni multiple
FMM5	Cicli DSTU, >= 5 distinte implementazioni, in più paesi > 2
FMM6	Valore normativo

2.3.4.3 — L'utilizzo di FHIR

Esempi di implementazioni internazionali

Ci chiediamo adesso dove può essere utilizzato FHIR? Possibili applicazioni sono nella interoperabilità interna dipartimentale delle strutture, nei sistemi di back-end di e-business (ad esempio finanziari), nelle organizzazioni Informative di Sanità Regionale (RHIO), nei sistemi EHR nazionali, e di immediato impiego nei Social Media e nelle applicazioni mobile per la Salute.

Alcuni esempi di applicazioni attualmente esistenti a livello internazionale sono: il supporto alla ricerca clinica negli Stati Uniti; la pianificazione ed i piani di cura dei pazienti in Australia, l'implementazione dell' EHR nazionale in Lituania; il monitoraggio del rischio dei pazienti nel Regno Unito; il back-end del Registro delle persone e il supporto alle decisioni in Canada; la gestione del registro in Liberia e Sierra Leone per la gestione della emergenza Ebola.

Nel mondo stanno lavorando con FHIR più di 150 organizzazioni ufficialmente che hanno partecipato ad un Connectathon e/o che sono registrati su wiki e molti altri non presenti su entrambe le liste. Inoltre quasi 300 partecipanti utilizzano la chat Skype Implementer di FHIR, per un totale di paesi coinvolti maggiore di venti.

FHIR ed altre SDOs

Le principali organizzazioni per lo sviluppo degli standard (SDO) quali IHE, DICOM, W3C collaborano con HL7 per l'impiego di FHIR. IHE utilizza FHIR per lo sviluppo del profilo Mobile access to Health Documents (MHD) che corrisponde alla versione mobile del profilo IHE- XDS, e per il profilo FHIR per PIX / PDQ, CMAP, RECON e Accountable Order. DICOM utilizza FHIR nello sviluppo di profili per rendere le "key images" a disposizione degli EHR. Il gruppo Health semantic di W3C ha partecipato allo sviluppo di FHIR con Resource Description Framework (RDF) per il controllo semantico basato su RIM.

FHIR e gli enti governativi

Tra le principali collaborazioni con gli enti governativi su progetti FHIR ricordiamo quelle negli US, UK e Lituania. Negli Stati Uniti, l'Office of the National Coordinator for Health Information Technology (ONC) ha sponsorizzato 3 progetti, tra cui la mappatura del Meaningful Use a FHIR. In Gran Bretagna attualmente un progetto è stato implementato e molto altro è ancora in cantiere. La Lituania ha scelto FHIR come base per il proprio EHR nazionale. Lo sviluppo di FHIR è da considerarsi globale in quanto molti workshop si sono tenuti in Regno Unito, Canada, Australia, Paesi Bassi, Argentina, Giappone e altri ancora.

I vendor EHR e altre organizzazioni

Molti importanti fornitori di EHR hanno assunto impegni per la implementazione di FHIR tra cui AllScripts, Cerner, Epic, McKesson, Meditech. Nell'ambito del progetto Argonaut, alcuni membri hanno deciso di investire volontariamente per accelerare lo standard, partecipando allo sviluppo della specifica FHIR. Anche altre organizzazioni sanitarie grandi e piccole hanno deciso di collaborare con progetti FHIR, ad esempio Mayo, Intermountain Healthcare, University Health Network, oltre alla partecipazione numerosa di piccoli fornitori e start-up.

2.3.4.4 — Strumenti per lo sviluppo di soluzioni

Descriviamo i principali strumenti che possono essere impiegati per la implementazione di soluzioni FHIR.

Le librerie **HAPI-FHIR** (<http://hapifhir.io>) sono implementazioni open-source delle specifiche FHIR in Java che permettono la realizzazione di componenti client/server sia su web che per mobile. Un server di test è disponibile e può essere scaricato in locale. Tra gli esempi di impiego delle HAPI-FHIR si sottolinea il progetto del layer di accesso in OpenMRS (EMR) e i client e server del progetto Argonaut.

Lo **SMART on FHIR** è una piattaforma sviluppata presso la Harvard Medical School (smarthealthit.org/smart-on-fhir/) che comprende una libreria API e server (sandbox) per sviluppare applicazioni FHIR per Mobile Apps e Web Apps, con architettura open. SMART on FHIR supporta le specifiche per la privacy e sicurezza OAuth2 e OpenID. Esempi di impiego sono le implementazioni presso il Boston Children's Hospital e la Duke University.

FUORE (<http://fhir.fuore.com/>) raccoglie vari strumenti free per il supporto allo sviluppo e alla gestione di progetti FHIR interoperabili. Tra i vari strumenti, SPARK è un server di test open source, Forge è lo strumento ufficiale di HL7 FHIR per la gestione della conformità delle risorse ("FHIR Profiles"), SPRINKLER è lo strumento .NET open source per testare i server FHIR, e infine le API che sono l'implementazione .NET di riferimento HL7 per i client e server.

MIRTH (<http://www.mirthcorp.com/community/wiki/display/mirth/FHIR+Technology+Preview+2>) è un

middleware di integrazione con licenza open source che comprende moduli per la conversione del formato dei dati (tra cui HL7 V2 eV3) e connettori per la conversione dei protocolli di comunicazioni. Mirth FHIR Technology Preview 2 include un connettore FHIR Listener ed un insieme di impostazioni specifiche FHIR e di classi di utilità per lo sviluppo di interfacce basate sulla DSTU 2.

Riferimenti FHIR

FHIR on Twitter @HL7 #HL7 #FHIR

FHIR news @FHIRNews

FHIR Standard – Free access: www.hl7.org/FHIR

FHIR Wiki <http://wiki.hl7.org/index.php?title=FHIR>

FHIR Training Videos <https://vimeo.com/channels/hl7fhir>

2.3.4.5 — La Fondazione FHIR

Recentemente è stata costituita la Fondazione FHIR che ha come scopo “Enabling health interoperability through FHIR” (<http://www.fhir.org/>). La fondazione vuole essere un riferimento per le comunità di implementazione, ed essere un registro delle implementazioni e delle best practices, inoltre vuole fornire delle implementazioni di riferimento e garantire un monitoraggio dei task. La Fondazione offre un forum per le comunità e fornisce risorse per test di conformità e implementazioni di riferimento pubbliche.

2.3.4.6 — Conclusioni

Come si evidenzia dal Gartner Hype Cycle della visibilità di FHIR, dopo il picco di aspettativa “inflated expectation”, attualmente FHIR si trova nella fase di “slope of Enlightenment”, per poi portarsi nel corso del 2017 all’inizio della fase relativa al plateau di produttività.

Accanto ai molti aspetti positivi, occorre adesso vedere alcuni possibili rischi connessi all’impiego di FHIR. Essendo FHIR nuovo occorre che le organizzazioni e i fornitori siano pronti a migrare, valutandone con attenzione l’applicabilità e i rischi, in particolare per le applicazioni mission-critical. Essere realistici su ciò che è realizzabile è molto importante, e non va trascurato che nella costruzione dei profili occorre lavorare con le organizzazioni di standardizzazione (HL7, IHE, etc.). È comunque importante che gli user e i vendor almeno monitorino lo stato di avanzamento di FHIR e considerino la possibilità di realizzare progetti pilota per fare esperienza.

Quindi, essendo FHIR facile ed economico, in corso di implementazione adesso, e dato che molto probabilmente andrà ad impattare significativamente la Health IT, è opportuno che i vendor e gli user decidano come vogliono che FHIR impatti la loro organizzazione.

È auspicabile che a livello nazionale AISIS si proponga di promuovere possibili applicazioni del DSTU/standard FHIR per la modellazione dei domini applicativi (ad es. integrazione ospedale-territorio, Personal Health Record per il monitoraggio mobile del paziente complesso, etc.) con l’obiettivo di una standardizzazione interregionale.

In estrema sintesi, FHIR offre molteplici vantaggi rispetto agli standard esistenti:

- Un particolare focus sull’implementazione – rapido e semplice da implementare
- Sono disponibili molte librerie di implementazione e sono disponibili molti esempi per iniziare in tempi rapidi uno sviluppo

- Le Specifiche sono di libero utilizzo senza restrizioni
- Risorse base per una Interoperabilità immediate – le risorse base possono essere utilizzate così come sono, ma possono anche essere adattate per le esigenze locali
- Disponibilità di un percorso di sviluppo evolutivo dall’HL7 Version 2 e dal CDA – gli standards possono coesistere e supportarsi l’uno con l’altro
- Robuste fondamenta basate sugli standard Web – XML, JSON, HTTP, OAuth, ecc.
- Supporto delle architetture RESTful ma anche scambio continuo di informazioni usando messaggi o documenti
- Specifiche concise e facile da comprendere
- Un protocollo di rete “human-readable” facilmente utilizzabile dagli sviluppatori
- Una solida analisi basata su ontologia dotata di un rigoroso mapping formale per la correttezza

2.4 — Strumenti esistenti

Ad oggi sul mercato esistono un certo numero di differenti prodotti ESB disponibili, alcuni, come WebSphere Message Broker o TIBCO BusinessWorks, sono prodotti tradizionali EAI che sono stati ripresi per offrire funzionalità ESB-simile, ma ancora funzionano in modo broker-like..

Altri, come di MuleSoft Mule ESB, sono stati progettati da zero utilizzando gli standard di messaggistica e integrazione aperta per implementare il modello di ESB.

Nonostante le loro differenze, la maggior parte delle ESB comprendono tutte o gran parte delle seguenti caratteristiche di base, o “servizi” descritti nel paragrafo sopra e che possono essere così sintetizzati:

- **Trasparenza rispetto alla posizione:** Un modo di configurare centralmente endpoint per i messaggi, in modo che un’applicazione consumer non richiede informazioni relative ad un produttore di messaggi per ricevere messaggi
- **Trasformazione:** La capacità del ESB di convertire messaggi sorgente in un formato utilizzabile dall’applicazione consumer.
- **Protocollo di conversione:** simile al requisito trasformazione, l’ESB deve essere in grado di accettare i messaggi inviati in tutti i principali protocolli, e convertirli nel formato richiesto dal consumatore finale.
- **Routing:** La capacità di determinare per richieste create dinamicamente, il consumatore finale appropriato sulla base di regole pre-configurate.
- **Miglioramento:** la capacità di recuperare i dati mancanti nei messaggi in arrivo, sulla base dei dati dei messaggi esistenti, e aggiungerli al messaggio prima della consegna alla sua destinazione finale.
- **Monitoraggio / Amministrazione:** L’obiettivo di ESB è quello di rendere l’integrazione un compito semplice. Come tale, un ESB deve fornire semplici strumenti per il monitoraggio delle prestazioni del sistema, il flusso di messaggi attraverso l’architettura ESB, e un mezzo semplice per gestire il sistema al fine di fornire il valore proposto di un’infrastruttura.

Sicurezza: la sicurezza ESB comprende due componenti principali: assicurandosi che l’ESB si gestisce i messaggi in un modo completamente sicuro, e la negoziazione tra i sistemi di garanzia della sicurezza utilizzati da ciascuno dei sistemi che saranno integrati.

Quella che segue è una breve sintesi delle principali caratteristiche degli strumenti presenti sul mercato.

2.4.1 — FUSE di Redhat

Red Hat® JBoss® Fuse Service Works è una piattaforma di integrazione leggera e flessibile che crea servizi aziendali riutilizzabili, modificabili e flessibili in grado di nascondere la complessità della connessione di applicazioni diverse nell'azienda. Prepara il terreno per la creazione di applicazioni cloud, app mobili e progetti di sviluppo dei processi aziendali più rapidi e semplici.

FUNCTIONAL COMPONENTS

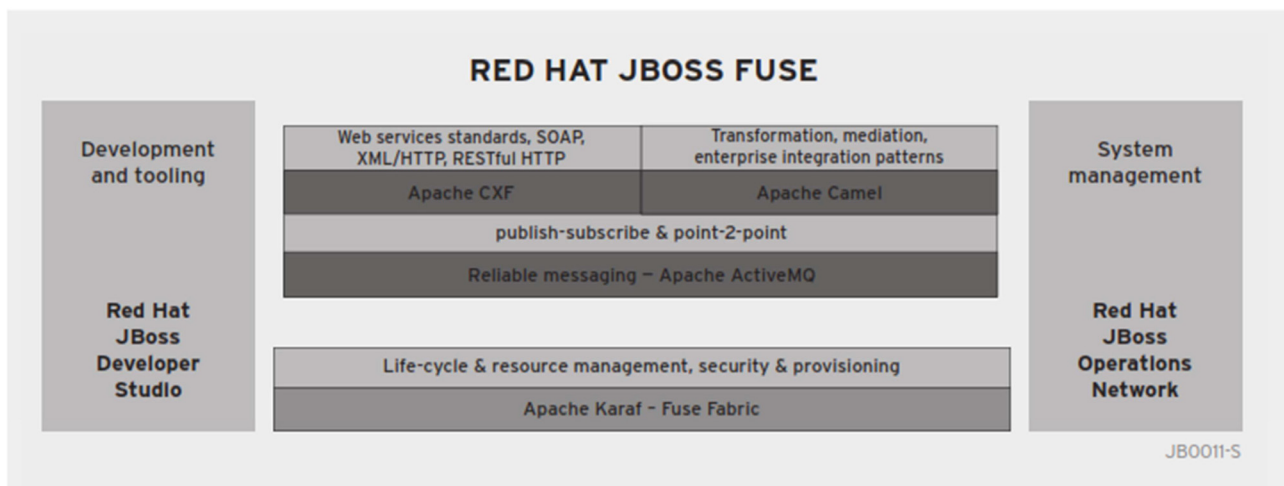


Figura 25 - Componenti funzionali di Fuse

I componenti funzionali di Red Hat JBoss Fuse includono:

- **Container:** La componente principale di JBoss Fuse è un contenitore. Questo livello è basato su Apache Karaf ed è arricchito da Fuse Fabric, che semplifica la gestione di numerosi contenitori distribuiti. Apache Karaf è un contenitore OSGi leggero che agisce come runtime per i manufatti. Apache Karaf è più dinamico rispetto alla JVM. Permette di installare o disinstallare moduli a runtime. Tutti i manufatti distribuibili vengono distribuiti in Karaf. Alternativamente JBoss Fuse permette l'integrazione attraverso applicazioni che possono essere sviluppate in Java EE-based Red Hat JBoss Enterprise Application Platform (JBoss EAP).
- **Integration framework:** Questo livello si basa su Apache Camel ed include oltre 150 connector già pronti per sistemi quali SAP, Salesforce, Twitter, LinkedIn e Facebook. Utilizza notazioni standard a standard e un linguaggio ad alto livello, per permettere l'implementazione a partire dai diagrammi minimizzando il codice da realizzare.
- **Web services framework:** Questo livello permette di trasformare qualsiasi applicazione in un servizio al fine di renderla usufruibile dalla architettura a servizi complessivi. Si basa su Apache CXF. Apache CXF è un framework di sviluppo di servizi web open source che supporta anche lo sviluppo di SOAP e RESTful.
- **Messaggistica Affidabile:** Red Hat JBoss A-MQ, è un broker sicuro e basato su messaggistica standard. Apache ActiveMQ, permette di estendere facilmente il datacenter a tutto l'Internet of Things. Apache AMQ è un JMS che fornisce sistema di messaggistica affidabile secondo gli standard JMS. Essa non solo supporta le specifiche JMS, ma fornisce anche alcune caratteristiche interessanti e utili che non sono inclusi nelle specifiche JMS.
- **Development and tooling:** Red Hat JBoss Developer Studio, with Fuse IDE, supports JBoss Fuse with

intuitive tooling to help you with development. Drag and drop prebuilt integration patterns, add transformations and connectors, and visually map data to quickly create integration services. Debug integration services from the same tool for better quality.

- API foundation: Create APIs that encapsulate the complexity of integrating and connecting multiple applications. Share APIs for easier collaboration with your suppliers, customers, and partners.
- Management and monitoring: La gestione degli ambienti realizzati viene supportati da Fabric Management; mentre il monitoraggio dell'infrastruttura è fatto attraverso Red Hat JBoss Operations

2.4.2 — PICASSO

“**PICASSO**” è un acronimo che sta per **P**iattaforma per l'**I**nteroperabilità e la **C**ooperazione **A**pplicativa nelle **S**trutture **S**anitarie ed **O**spedaliere. PICASSO è un framework software disponibile stand alone o come componente della Suite X-Value di Dedalus, sulle cui componenti infrastrutturali si appoggia.

Come dice il nome, PICASSO, non è un generico middleware di integrazione bensì un Framework software specificatamente progettato per gestire l'intero ciclo di vita del software di integrazione nelle Strutture della Sanità, dalla sua specifica, progettazione e realizzazione alla sua esecuzione e gestione operativa.

PICASSO oltre a coprire la totalità delle esigenze di Interoperabilità Semantica di una singola Azienda è progettato per fornire supporto alla gestione della interoperabilità nell'ambito di una Federazione di Aziende quando lo scopo dell'integrazione, come nel caso di un Fascicolo Sanitario Elettronico, coinvolge più strutture sanitarie distribuite facenti parte di Enti sovra Aziendali, come Aree Vaste e Regioni.

PICASSO, come illustrato nella seguente figura, integra in un unico Framework funzionalità e servizi di:

- Sviluppo di software di integrazione
- Gestione del software di integrazione e della messaggistica
- Sviluppo e gestione di risorse Terminologiche (DiTAM Suite)
- Modellazione dei Processi di Business (BPM Suite)

Le funzionalità ed i servizi sono totalmente integrati ed operabili sia in un contesto locale che nell'ambito di una federazione di enti sanitari od ospedalieri cooperanti.

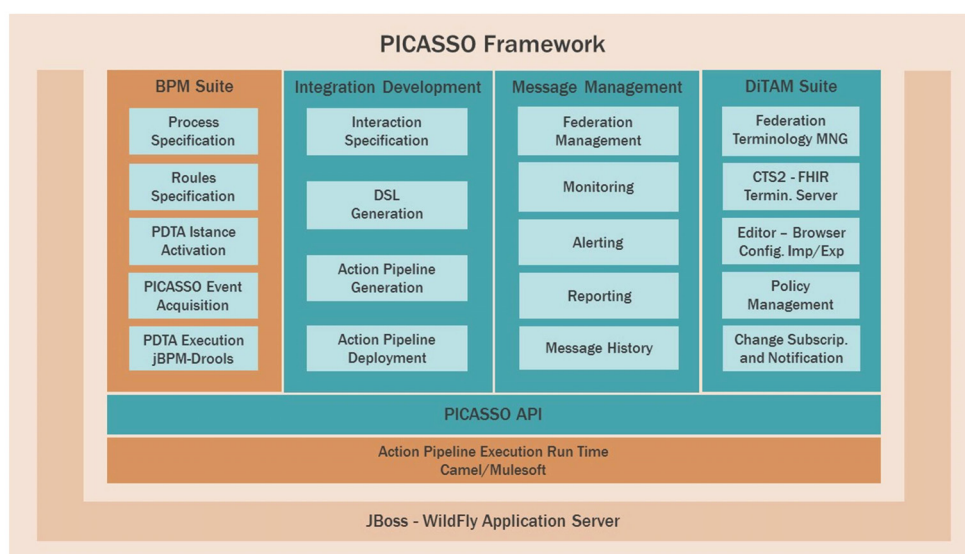


Figura 26 - Il framework di PICASSO

Integration Development Environment

L'IDE di PICASSO copre tutte le fasi del ciclo di vita del software che seguono gli User Requirement. L'ambiente di sviluppo sostiene ogni singolo passo del processo di integrazione applicativa tramite un insieme di strumenti software e wizard, progettati per realizzare in tempi brevi software di integrazione di qualità.

Utilizzando l'ambiente di sviluppo il progettista *non deve* definire, di volta in volta, il processo di integrazione e la progettazione dell'architettura, ad alto livello e di dettaglio, del software di una interazione. Infatti nella metodologia PICASSO il processo di integrazione è definito ed i Pattern di integrazione, associati ad una Interazione, sono predisposti sulla piattaforma e vengono selezionati e specializzati dal framework, in funzione della Interazione da realizzare.

Il compito principale del progettista è quindi quello di comunicare al framework le specifiche di ciascuna Interazione utilizzando i wizard dell'Ambiente di sviluppo.

Per implementare la generazione automatica del software di integrazione è stato definito il Pattern Architeturale delle Integrazioni PICASSO ed è stato definito un Domain-Specific Language (DSL) per la *Descrizione delle Componenti* del Pattern (Canale sorgente, Canale Destination, Router).

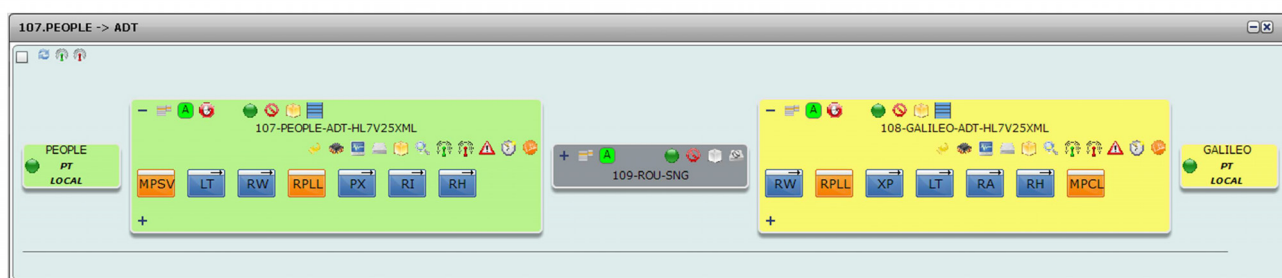
L'IDE compila le *Specifiche* e genera le Descrizioni DSL delle Componenti del Pattern.

In un passo successivo L'IDE compila le *Descrizioni* delle Componenti del Pattern e genera, per ciascuna componente, la Pipeline della *Actions* e degli *Adapters* (*Proprietari*, *HL7*, *DICOM*, *ASTM E1381* ed *E1394*) che implementano l'interazione. Le Pipelines una volta deployed su Jboss Camel o su FuseSoft, vengono attivate e mandate in esecuzione.

L'approccio generativo consente al Progettista di *sviluppare software di integrazione, a costo contenuto, con un elevato livello di qualità, in tempi brevi e facilmente mantenibile*.

La figura che segue mostra un esempio di rappresentazione visuale del Disegno di dettaglio del pattern dell'Interazione e delle Pipeline di Action generate automaticamente per ciascuna componente del pattern a partire dalla descrizione dello scenario della interazione.

Nell'ordine da sinistra a destra: Applicazione sorgente (People), Disegno di dettaglio del Canale sorgente con evidenziate le componenti del suo Pipeline e con i pulsanti per operare sul canale, Disegno di dettaglio del Router con i pulsanti per operare sul Router, Disegno di dettaglio del Canale destinatario con le componenti del suo Pipeline e con i pulsanti per operare sul canale, Applicazione destinataria (Galileo).

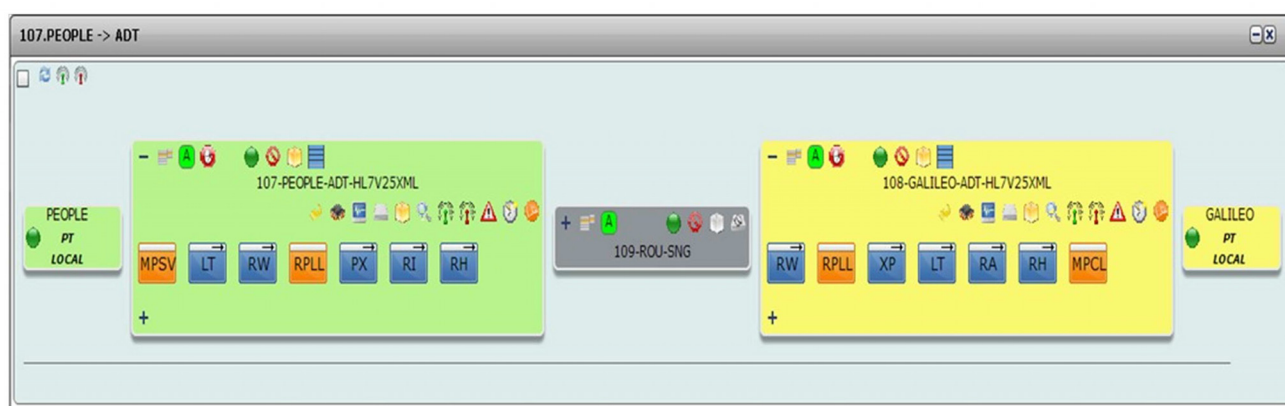


Message Asset Management

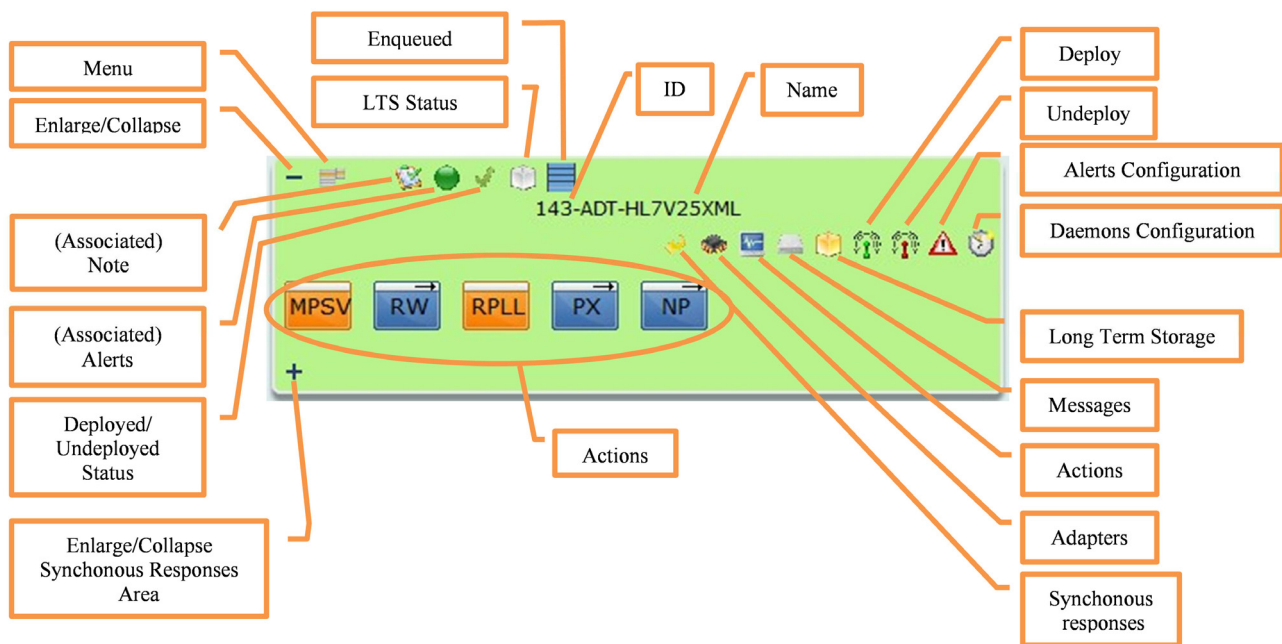
La disponibilità in PICASSO di un Data Base ottimizzato per la gestione delle code di messaggi ha consentito di sviluppare una vasta gamma, oggetto di continua evoluzione, di servizi e di strumenti di *Message Asset Management* tra cui una Consolle per il Monitoraggio e la gestione Via Web dell'Asset di messaggi in transito su PICASSO, un sofisticato sistema di Alerting, un sistema di gestione di Report statistici ed un Repository a lungo termine per la conservazione, il tracking e l'eventuale successivo re-processing dei messaggi transitati su PICASSO anche da lungo termine.

Consolle di Monitoraggio Aziendale

È accessibile localmente all'Azienda come Applicazione web tramite un internet browser, e da remoto previa creazione di una VPN con il server che ospita una installazione di PICASSO. Dalla Consolle si possono analizzare in dettaglio il comportamento del sistema, delle applicazioni integrate, delle interazioni implementate ed il corrispondente flusso dei messaggi. In caso di malfunzionamenti è possibile intervenire per ripristinare il sistema. L'interfaccia utente implementata dalla Consolle, vedi figure seguenti, espone all'operatore una vista sul software di integrazione che rispetta la metafora del Pattern di integrazione di PICASSO le applicazioni integrate, i canali di integrazione sorgente e destination, il router ed eventualmente i gateway realizzati per implementare lo scenario di integrazione.



A partire dalle icone che rappresentano il Disegno di dettaglio dei canali di integrazione, del router e dei gateway è possibile accedere ai dettagli di ciascuna componente. Per esempio, vedi Figura seguente, l'operatore può accedere sia ai Bottoni che consentono di controllare ed operare sul Canale e sui suoi messaggi (Es. Persistenza, Accodamento, Deploy, etc.), che alle "Componenti elementari" di comunicazione (http, SOAP...) ed a quelle di elaborazione (filtri, transformers...) che implementano un canale oltre che al contenuto dei messaggi in transito sul canale, al loro stato di elaborazione ed eventualmente allo stato di errore che si è verificato nel trattamento di ciascun messaggio.



Alert System

È un processo indipendente in esecuzione sull'Application Server su cui è installato PICASSO, che esegue un monitoraggio continuo delle risorse di sistema, di PICASSO e delle componenti di integrazione. In caso di malfunzionamenti invia email di allarme al centro di assistenza e, se richiesto, a personale dell'Ente utente presso il quale PICASSO è installato. Alcune tipologie di segnalazione sono solamente warning di potenziali situazioni di funzionamento anomalo che, se persistono nel tempo, richiedono indagini più approfondite sulle loro cause. Altre tipologie di segnalazione sono errori, malfunzionamenti veri e propri, che richiedono un intervento (relativo alle risorse di sistema, alla piattaforma di integrazione o alle applicazioni integrate) per ripristinare il corretto funzionamento. Il sistema di gestione allarmi rileva anche il ripristino delle condizioni normali di funzionamento e lo segnala agli stessi destinatari delle segnalazione di allarme.

L'Alert system previene frequentemente la necessità di segnalazioni utente e riduce fortemente i tempi di operatività non ottimale del sistema.

Report statistici sul traffico messaggi

PICASSO include un modulo predisposto per generare ed inviare periodicamente (con frequenza di spedizione, contenuto e formato configurabile) dei report statistici relativi all'operatività complessiva del sistema e delle principali integrazioni. Questi report sono estratti da un Data Mart con dieci dimensioni ed in generale evidenziano il numero dei messaggi gestiti, i tempi medi di trasmissione, la frequenza degli errori di trasmissione, la frequenza e la tipologia degli errori applicativi (riportati dalle applicazioni integrate).

Una analisi, tipicamente quotidiana, di questi report da parte del Centro di Assistenza consente di individuare aree di operatività non ottimale o veri e propri malfunzionamenti e di predisporre le azioni correttive necessarie.

Message History manager

È un modulo che acquisisce e gestisce l'universo degli eventi e dei messaggi transitati su PICASSO. Per ciascun evento viene mantenuto un record che contiene l'identità dell'applicazione mittente, il formato di ingresso del messaggio, il time stamp di ingresso, il formato del messaggio in uscita, il time stamp del messaggio in uscita e l'identificativo della/e applicazioni destinatarie del messaggio.

Lo strumento è usato per ricerche storiche sul transito dei messaggi e per dirimere eventuali divergenze sulla spedizione/consegna da parte dell'applicazione mittente e destinataria. L'History manager è implementato direttamente su file system (non su DBMS) in formato compresso.

L'History manager è accessibile via Web tramite una Consolle di interrogazione che utilizza indici attivi su tutti i campi del record che descrive un messaggio.

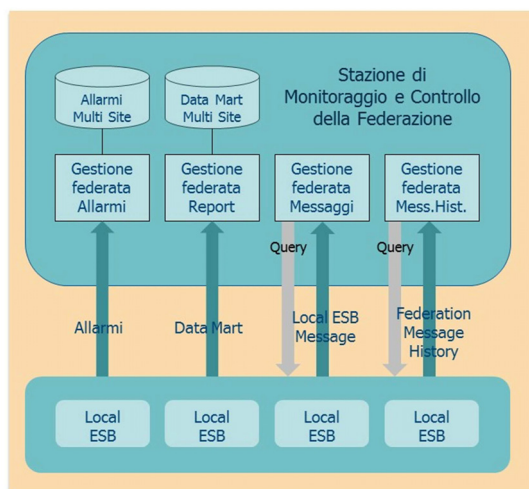
Message Asset Management (MAM) Federato

Una caratteristica innovativa, e probabilmente unica nel panorama degli ESB in uso in ambiente sanitario, è quella fornita dal Sistema di Message Asset Management federato disponibile nella configurazione "PICASSO Federato" del Framework PICASSO.

Le principali funzioni del MAM Federato sono:

- **Gestione degli allarmi:** consente di visualizzare gli allarmi relativi alle installazioni controllate. Per lo stato di allarme viene fornita sia una visione sintetica (stato di funzionamento complessivo dell'installazione) che una visione di dettaglio sulle singole situazioni di allarme ed i corrispondenti fix. Il Monitor federato offre anche funzioni di Trable Ticket Management, che consentono di assegnare ad un operatore un ticket relativo ad un allarme e seguirne lo stato di lavorazione.
- **Produzione di report statistici:** Il Monitor federato raccoglie in un proprio Datamart informazioni statistiche sulle istanze controllate e consente di produrre report che mettono a confronto l'operatività delle diverse istanze. I report possono essere generati su richiesta dell'operatore da console, oppure automaticamente, ad intervalli regolari prefissati (giorno, settimana, mese) ed inviati via email a liste di destinatari.
- **Gestione di messaggi remoti:** consente di ricercare e presentare messaggi transitati su un'installazione remota. I messaggi possono essere cercati su un PICASSO remoto in base a diversi criteri che includono l'applicazione mittente, l'applicazione destinataria, il tipo di messaggio e alcuni campi chiave contenuti nel messaggio stesso. Le operazioni sono disponibili dalla console del Monitor federato senza che l'operatore debba accedere all'installazione remota. Questa funzionalità consente a enti come ad esempio Amministrazioni Regionali di istituire Help Desk centrali per il proprio Fascicolo Sanitario, di ridurre in modo significativo i costi di esercizio e di rispondere in modo preciso e rapido alle richieste dell'utenza.

L'architettura di massima del Monitor federato è schematizzata nella figura che segue:



La figura seguente mostra un esempio di console del Monitor federato in opera.

The screenshot shows the PICASSO monitoring interface. At the top, there's a header with 'PICASSO' and navigation tabs for 'Integrazioni' and 'Gestione'. Below this, a section titled 'Allarmi' (Alarms) displays a list of recent alarms with columns for 'Ultimo Controllo ...', 'Codice', and a status icon. A sidebar on the left allows filtering by 'Esegui una Selezione per filtrare' and 'Canale o Router'. The main area shows a detailed view of an alarm, including its 'Installazione', 'Tipo Controllo', 'Id Remoto', 'Id Locale', 'Stato', 'Data Apertura', 'Data Chiusura', and 'Tipo'. The alarm list includes various errors like 'Cart Failure', 'Application Poller Error', 'Delivery Failure', and 'Channel Starving'.

Installazione	Tipo Controllo	Id Remoto	Id Locale	Stato	Data Apertura	Data Chiusura	Tipo
ASL2	Cart Failure (Non e' stato pos	202-CONCERTO	145	Opened	2014-03-31 10:37:58		ERROR
ASL2	Application Poller Error (L'Ap	821-RT	615	Opened	2014-03-31 10:37:51		ALERT
ASL2	Application Poller Error (L'Ap	12-RT	444	Opened	2014-03-31 10:37:51		ALERT
ASL2	Application Poller Error (L'Ap	308-RT	714	Opened	2014-03-31 10:37:51		ALERT
ASL1	Application Poller Error (L'Ap	464-GHIBLI	832	Assigned	2014-03-31 07:29:46		ALERT
ASL1	Application Poller Error (L'Ap	342-GHIBLI	898	Assigned	2014-03-31 07:29:46		ALERT
VITERBO_109	Delivery Failure (Nel canale	8-DNLAB	1763	Assigned	2014-03-30 11:00:32		ERROR
IFO	Channel Starving (Il tempo d	81-DNLAB	2014	Opened	2014-03-30 05:03:16		ALERT
IFO	Server Response Error (Il ser			Opened	2014-03-29 13:53:57		ALERT
IFO	Delivery Failure (Nel canale	83-DNLAB	2011	Opened	2014-03-29 13:53:54		ERROR
ASL1	Database Time ERROR (Il tim			Opened	2014-03-29 08:29:38		WARNII
ASL2	Delivery Failure (Nel canale	393-RT	435	Opened	2014-03-29 00:37:52		ERROR
A0UP	Delivery Failure (Nel canale	801-PICASSO4	2020	Assigned	2014-03-28 00:52:55		ERROR
FTGM	Consecutive Error (Gli ultimi	170-RIS_FTGM	975	Opened	2014-03-27 16:30:09		ALERT
IFO	Delivery Failure (Nel canale	21-ONCOSYS	2008	Assigned	2014-03-27 14:19:56		ERROR
ASL1	Server Response Error (Il ser			Opened	2014-03-27 11:44:40		ALERT
ASL1	Percentage Error (Superata l	621-GW_MN	909	Opened	2014-03-27 11:44:38		ALERT

Terminology Suite: DiTAM

Interoperabilità semantica in sanità

L'esigenza di migliorare efficienza ed efficacia nella gestione dei processi sanitari determina una domanda di interoperabilità semantica³ recepita e rappresentata dalle organizzazioni sanitarie che hanno la responsabilità di facilitare il trasferimento elettronico di informazioni sanitarie. Tali organizzazioni, nella nomenclatura del gruppo di lavoro internazionale Integrating the Healthcare Enterprise (IHE), sono identificate con il termine RHIO - Regional Health Information Organization. Sono quindi RHIO le Amministrazioni Regionali e gli enti/consorzi che presidiano i servizi tecnico-amministrativi di Area Vasta. I RHIO operano con l'obiettivo di ridurre i costi di integrazione dei sistemi informatici a supporto dei processi di assistenza sanitaria, e, nel complesso, per migliorare affidabilità, rapporto costo-efficacia, sorveglianza e adeguatezza dei servizi socio/sanitari erogati dalle strutture pubbliche.

Nel documento che definisce il Profilo Funzionale del Fascicolo Sanitari Elettronico (FSE), pubblicato il 28 marzo 2014 da HL7 Italia con il contributo di gran parte delle Regioni italiane, il tema della Interoperabilità semantica è colto nella sua complessità e trattato diffusamente nel corpo del documento, come evidenziato nella seguente tabella.

³ l'interoperabilità semantica è la capacità di interpretare automaticamente e precisamente il significato delle informazioni scambiate tra due o più sistemi informatici per produrre risultati utili come definito dagli utilizzatori finali di entrambi i sistemi. Per realizzare l'interoperabilità semantica, entrambe le parti devono fare riferimento a un modello di riferimento comune di scambio di informazioni ed a un sistema di standard terminologici condivise e concordati

<i>Profilo Funzionale di Fascicolo Sanitario Elettronico (FSE) regionale</i>	
Termine	Numero di occorrenze nel documento
Codice - Codifica - Codificare - Codificato	93
Terminologie - Standard terminologici	72
Interoperabilità (tecnica e semantica)	39
Mappatura - Mapping - Transcodifica	37
Servizi e Modelli terminologici standard	17
Common Terminology Services	4

Mentre gli standard di messaggistica - sia internazionali come HL7 V2 e V3, IEEE 1073, e NCPDP SCRIPT che standard definiti a livello locale (regionale o nazionale) - sono in grado di garantire la corretta trasmissione dei dati da un punto ad un altro, raggiungere una effettiva interoperabilità semantica implica la standardizzazione del *significato* dei messaggi scambiati tra applicazioni: ovvero, per raggiungere l'interoperabilità semantica il *significato* della codifica dei dati all'interno dei messaggi scambiati deve essere chiaramente definito e condiviso così che il messaggio che viene scambiato possa essere inequivocabilmente interpretato dal ricevente così come inteso dal mittente.

Le più diffuse norme internazionali per lo scambio di informazioni sanitarie sono: HL7, ICD-9/10, CPT, LOINC, NCPDP SCRIPT, NDF-RT/Rx, IEEE 1073 e l'ontologia di conoscenza medica SNOMED-CT. Altri standard definiti da autorità nazionali o regionali contribuiscono ad arricchire il patrimonio terminologico necessario a implementare l'interoperabilità semantica in un concreto contesto sanitario regionale.

L'utilizzo effettivo delle norme di cui sopra non è però ancora sufficientemente diffuso e molti sistemi informatici sanitari si basano su protocolli, vocabolari e sistemi di codifica che sono o proprietari del fornitore o riconosciuti come standard de-facto solo entro i confini di singoli operatori sanitari (*stakeholder* del RHIO quali ospedali o organizzazioni sanitarie locali). È evidente come la mancata adozione delle stesse norme da parte tutti gli *stakeholder* di tutti i RHIO possa fortemente compromettere affidabilità, rapporto costo-efficacia, sorveglianza e adeguatezza dei servizi erogati dell'intero sistema socio/sanitario.

Per contro, e ribadendo che l'adozione di modelli di riferimento e vocabolari comuni è l'approccio ideale verso una piena interoperabilità applicativa, un elevato grado di interoperabilità può comunque essere ottenuto mediante tecniche che "mappino", in modo automatico o semi-automatico, le codifiche usate da un sistema a quelle dell'altra, purché la semantica tra termini/concetti dei sistemi di codifica dei sistemi mittenti/riceventi sia correttamente preservata.

Il conseguimento della interoperabilità semantica tra sistemi sanitari comporta quindi da una parte un processo transiente di "miglioramento" per adeguare i sistemi e, eventualmente, formare i loro operatori all'utilizzo di modelli di riferimento, vocabolari condivisi e relative mappature, e dall'altra un "processo operativo" continuato nel tempo per mantenere aggiornati e diffondere sistemi di codifica e relative mappature.

La predisposizione, manutenzione nel tempo (sia rispetto a possibili correzioni che a evoluzioni) di sistemi di codifica e relative mappature, nonché la loro diffusione e messa in opera comporta l'impiego di professionalità e infrastrutture adeguate che non potranno, in generale, essere prese in carico unicamente dai fornitori dei sistemi informatici.

Attualmente esistono due standard HL7 che definiscono servizi (API e modello delle informazioni) per la rappresentazione e utilizzo operativo di risorse terminologiche: CTS 2, definito congiuntamente da HL7 e OMG, e un servizio specifico nel contesto del recente standard FHIR: FHIR-TS (FHIR Terminology Service). FHIR-TS e CTS 2 si sovrappongono parzialmente ma possono comunque essere considerati complementari caratterizzandone i casi d'uso principali:

- FHIR-TS è esplicitamente riferito nelle specifiche FHIR come sotto-insieme minimale di CTS2 che, come le altre componenti di FHIR, è basato sui pattern architetturali REST, e quindi offre alle applicazioni modalità di interazione semplici ed efficaci basate sul protocollo HTTP. FHIR fornisce per altro un supporto minimale alle attività di predisposizione e mantenimento delle risorse terminologiche che sono invece un aspetto centrale di CTS 2.
- CTS 2 è uno standard completo che vuole coprire sia gli aspetti di fruizione di risorse terminologiche da parte di applicazioni che le attività di “back office” necessarie alle predisposizione e mantenimento e erogazione verso le applicazioni di risorse terminologiche per tutta la durata del ciclo di vita delle stesse. Le specifiche di CTS 2 definiscono API “normative” SOAP e REST e un’API EJB non normativa.

CTS2 e FHIR-TS forniscono quindi una base di servizi a supporto della predisposizione e gestione operativa delle risorse terminologiche necessarie per supportare l’interoperabilità applicativa all’interno di RHIO come tra RHIO.

Si utilizzano i termini anglosassoni Terminology Asset Management (TAM) e Managed Terminological Asset (MTA) per distinguere la separazione tra funzioni applicative/processi di supporto e le risorse terminologiche gestite. TAM è riferito alle attività per predisporre, integrare, aggiornare, dispiegare e mantenere risorse terminologiche (MTA). È importante notare che le mappature tra MTA costituiscono essi stessi MTA a pieno titolo, e pertanto soggetti a processi di TAM, che a loro volta necessitano di infrastrutture abilitanti come DiTAM (Distributed Terminology Assets Management) descritto brevemente nel seguito.

DiTAM

DiTAM (Distributed Terminology Assets Management – gestore distribuito di risorse terminologiche in Italiano) è una infrastruttura software distribuita, basata su standard, aperta ed estensibile che supporta la produzione, manutenzione ed utilizzo di risorse terminologiche.

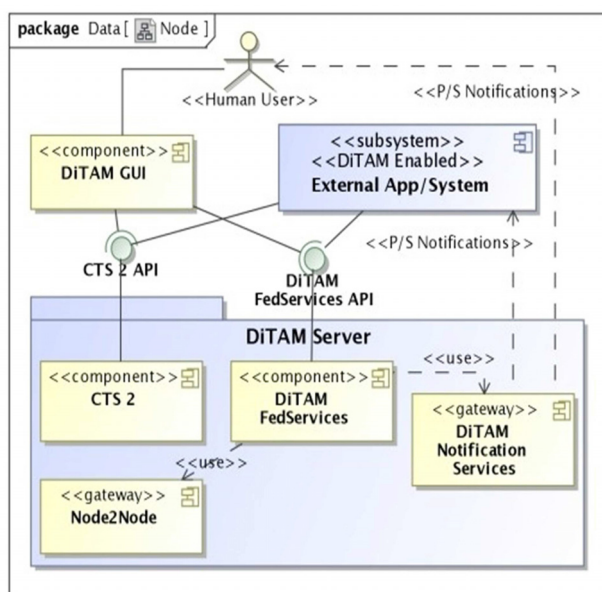
DiTAM è una soluzione flessibile, scalabile e aderente a standard internazionali al problema di creare, mantenere, distribuire e rendere operative le risorse terminologiche di un’organizzazione – siano queste semplici tavole di codifica o rappresentazioni complesse di termini e conoscenza, quali tassonomie di termini, o vere e proprie ontologie con classificazioni multiple di concetti. DiTAM fornisce interfacce e servizi a supporto di “sistemi” e di singoli individui, siano questi persone, organizzazioni o sistemi informatici, in un contesto locale o geograficamente distribuito.

DiTAM è aderente allo standard CTS2 che, come detto precedentemente, definisce servizi standard per la gestione e per l’utilizzazione operativa di terminologie – che rappresentano il costituente base della semantica condivisa. In un ambiente con condivisione della semantica DiTAM rende disponibile un insieme di servizi che permettono di trattare e condividere qualsiasi terminologia, dalle più semplici alle più strutturate e complesse. Accanto a CTS2, è attualmente in corso il completamento, in relazione ai servizi terminologici, di una API Restful che implementa il protocollo FHIR-TS.

In accordo a CTS2/FHIR-TS, DiTAM promuove l'interoperabilità semantica tra applicazioni, sistemi e unità organizzative rendendo facilmente accessibili e condivisibili risorse terminologiche e rendendo efficace la loro creazione, manutenzione e diffusione nel contesto di una singola azienda (contesto locale), di un singolo RHIO, o di un insieme di RHIO (contesto geograficamente distribuito).

Caratteristiche non funzionali

1. L'architettura hardware/software DiTAM è una Federazione di Nodi autonomi ed inter operanti che costituiscono un "repository" distribuito di risorse terminologiche conformi allo standard CTS2, e quindi accessibile secondo tale standard da ogni applicazione/sistema esterno "cliente".
2. Un nodo DiTAM è una Applicazione con Interfaccia Grafica accessibile all'Utente umano via Web (GUI Web), è disponibile su un Application Server JBoss, utilizza un DBMS Relazionale (anche Open Source) per ospitare le risorse terminologiche e consente l'Autenticazione degli Utenti applicativi con Single Sign On.
3. Ogni nodo DiTAM gestisce un proprio "store" persistente di risorse terminologiche rappresentate secondo il Data Model CTS2 e FHIR-TS che rappresenta la frontiera tecnologica per la rappresentazione delle terminologie e la condivisione della semantica.
4. DiTAM dispone di un Catalogue Registry centralizzato e di Federation services a supporto delle funzioni di Publish & Subscribe di risorse terminologiche tra i nodi della federazione.



Caratteristiche funzionali

DiTAM, da un punto di vista "funzionale", implementa una federazione di "Nodi" in cui ogni Nodo fornisce ad Utenti ed Applicazioni un insieme compiuto e coerente di servizi basati su CTS2/FHIR-TS per la gestione di risorse terminologiche. DiTAM consente ad un Utente umano, tramite un "Editor-Browser", di creare, manipolare, navigare, interrogare, importare, esportare strutture terminologiche di cui ai succitati Standard CTS2/FHIR-TS tra cui:

- Code System e Code System Version
- Value Set, Value Set Definition e Resolved Value Set
- Map e Map Version

Oltre ai servizi basati su CTS2/FHIR-TS per consultare, creare, e mantenere terminologie, DiTAM consente di:

- effettuare ricerche «full text» sulle risorse terminologiche
- effettuare Import ed Export di terminologie in formato CSV definendo, tramite GUI, quali proprietà ed in che ordine queste devono apparire nel CSV
- automatizzare la produzione di una nuova versione di Mapping tra due versioni di terminologie nel momento in cui il sistema acquisisce una nuova versione di una delle due terminologie utilizzate nella precedente versione di Mapping

La gestione delle terminologie non coinvolge solo problematiche di natura tecnica. La gestione di risorse distribuite e complesse richiede strumenti per definire, specializzare e attuare “*Politiche di gestione*” delle risorse che coinvolgono insieme Strutture organizzative, Utenti umani ed applicativi e Risorse terminologiche.

A questo scopo DiTAM:

- Consente di modellare, tramite la GUI Web, l’organizzazione della produzione delle risorse terminologiche tramite la definizione di Unità Organizzative tra cui ripartire le attività di gestione all’interno del DiTAM.
Consente di configurare le Politiche di gestione delle risorse associando, tramite la GUI Web, Utenti umani, Utenti applicativi e Risorse terminologiche alle Unità Organizzative.
- Consente di creare le credenziali di Utenti umani ed applicativi destinati ad operare sul DiTAM, sulle sue Unità organizzative e sulle sue Risorse terminologiche
Consente di configurare Politiche di accesso, tramite la GUI Web, per abilitare specifici utenti ad operare, con un ruolo specifico, su specifiche Risorse terminologiche o Unità organizzative con le modalità permesse dal ruolo a loro assegnato.
- Consente di associare ad ogni Ruolo un insieme definito di Autorizzazioni predefinito per default in fase di installazione ed avviamento ma riconfigurabile via GUI a regime nel corso dei lavori.
Consente la definizione e gestione di nuovi Ruoli associati ad insiemi definiti di Autorizzazioni
- Controlla che solo gli Utenti umani ed applicativi associati ad una Unità organizzativa abbiano accesso alle Risorse terminologiche associate alla Unità.
- Consente di configurare, nell’ambito del DiTAM, Gerarchie di Unità organizzative tali che gli Utenti associati ad una Unità abbiano visibilità su tutte le Risorse terminologiche associate alle Strutture organizzative di livello superiore nella gerarchia. Questo per consentire a più Unità organizzative di livello inferiore (dedicate ad esempio alla gestione di terminologie derivate: Value Set Definition o Map Version) di condividere l’accesso a risorse terminologiche comuni (Es. Code System Version di Nomenclatori standard internazionali, nazionali o regionali)

L’efficienza, l’affidabilità e la usabilità dei sistemi di gestione di risorse terminologiche sono esaltate se si forniscono ad utenti umani ed applicativi modalità di interazione avanzate e non solo limitate alla GUI o alle API standard. A questo scopo DiTAM:

- fornisce (ad Utenti umani ed applicativi) *Servizi di Sottoscrizione* di risorse terminologiche e di revisione di risorse terminologiche
- fornisce (ad Utenti umani ed applicativi) *Servizi di Notifica* di disponibilità o revisione di risorse terminologiche
- fornisce ad Utenti applicativi, tramite l’integrazione con l’API di PICASSO, *Servizi di Receive, Delivery e*

Transcoding automatico di risorse terminologiche con protocolli e formati standard (XML, CSV, HL7 MasterFile...) che consentono di ricevere/consegnare da/alle applicazioni risorse terminologiche aggiornate rispetto alla evoluzione e agli aggiornamenti apportati in Back Office alle risorse terminologiche in DiTAM.

- fornisce, a corredo dei Servizi di Delivery, Servizi di *Monitoraggio, Alerting e Reportistica* sull'invio-consegna delle Risorse terminologiche sottoscritte dagli Utenti Applicativi.

L'insieme delle caratteristiche possedute colloca DiTAM sul mercato dei sistemi di gestione terminologica in una posizione unica ed estremamente avanzata.

La seguente figura descrive il posizionamento di DiTAM sul mercato dei sistemi terminologici in relazione alla utilizzazione degli standard CTS2/FHIR-TS ed ai servizi forniti.

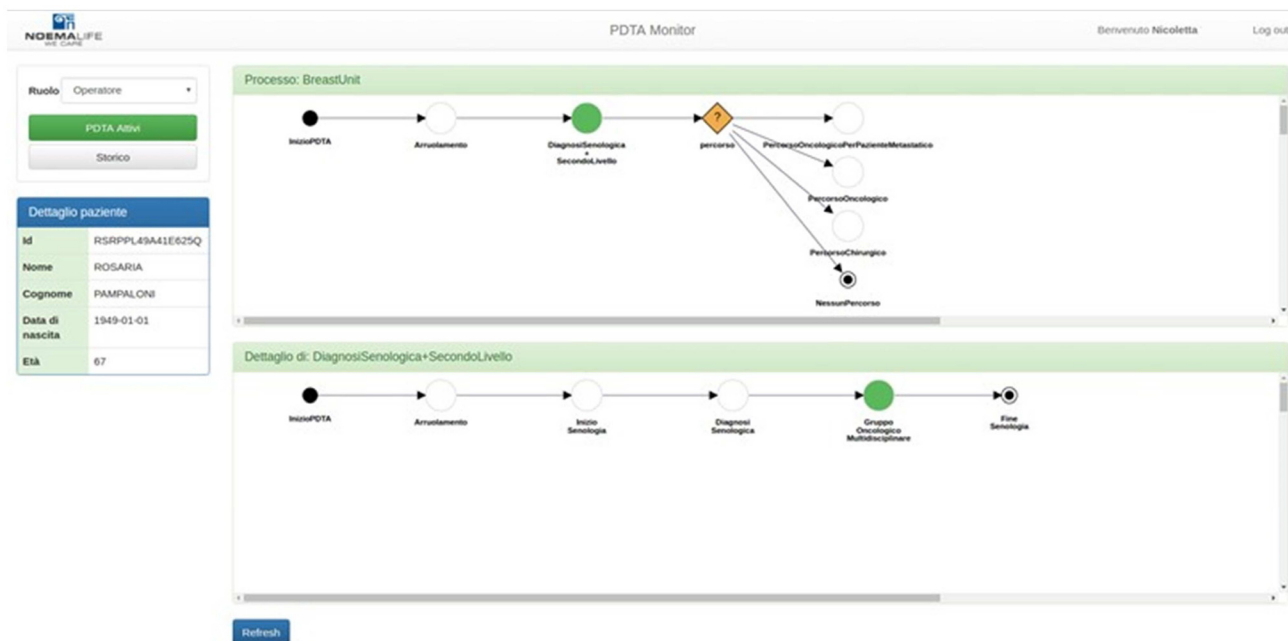
CTS2 PSM FHIR-TS normative	Mayo Clinic Apelon DTS		DiTAM
CTS2 SFM non normative	Phast		
Proprietario	Mondeca Wolter Kluwer	Alcune Regioni Es. Toscana	
	Editor & Browser Web Server Terminologico & API	+ Federazione	+ Organizzazione Produzione Event Notification Terminology Delivery I/E Configuration Adv. Transcode Services Map Management W.F.

BPM Suite

I Tool della KIE BPM Suite (fornibile a richiesta) includono componenti Open Source per il Business Process Modeling (BPMN 2.0) e per la specifica delle Policies e delle Regole di business che il processo deve rispettare. I processi, specificati graficamente tramite un editor visuale BPMN2, generano Istanze di Processo che sono eseguite sull'Execution Server jBPM-Drools.

L'avanzamento delle Istanze di processo è sincronizzato, tramite notifica, con il verificarsi di eventi a livello applicativo comunicati dal Bus di PICASSO alla API dell'Execution Server jBPM-Drools. Gli eventi vengono acquisiti dalla Suite BPM, valutati dalle regole definite in Drools e determinano, se le policy di processo sono verificate, l'avanzamento dell'istanza di processo in esecuzione in accordo alle regole di business definite per il processo.

È stato sviluppato ed è disponibile un Portale web, vedi figura seguente, per il monitoraggio dello stato di avanzamento della singola istanza di processo.



Questa tecnologia è utilizzata, ad esempio, per automatizzare la gestione di istanze di PDTA (Percorsi Diagnostico Terapeutici Assistenziali) integrati con le applicazioni che, negli enti della sanità o sul territorio, trattano eventi associati ad un particolare paziente.

2.4.3 — MIRTH

Mirth connect è un sistema d'integrazione sanitaria open source il cui scopo è la creazione di interfacce, o canali, che permettono il filtraggio, la trasformazione ed il routing dei messaggi attraverso diversi sistemi informativi in modo che possano condividere informazioni fra loro.

La ricezione e l'invio delle informazioni può avvenire attraverso diversi tipi di protocolli: TCP/IP, HTTP, Web Services (SOAP), Database, File System, Email.

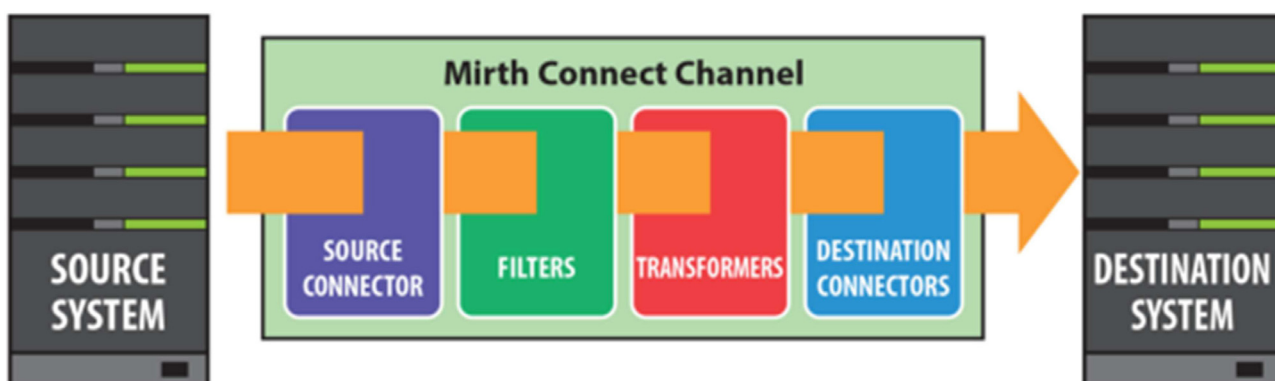


Figura 27 - Flusso generico del messaggio all'interno del canale Mirth

Mirth è un software che assomiglia molto ad un **PLC**: elabora una serie di input (sorgenti) e produce una molteplicità di output (destinazioni) in modo sincrono con la frequenza di scansione del programma. Ovvero ad ogni colpo di clock faccio una istantanea degli ingressi ed elaboro i valori delle uscite; se nel corso della scansione i valori cambiano non me ne curo.

Un'applicazione Mirth si compone di **canali** che sono processi che leggono da un insieme di sorgenti, eseguono una serie di operazioni (**trasformazioni e filtri**) e producono degli output su una o più destinazioni.

Mirth Connect supporta diversi formati per le informazioni: HL7 v2.x, HL7 v3, XML, DICOM, PDF, RTF, FHIR. Come un'interprete che traduce una lingua straniera, Mirth Connect traduce i messaggi inviati da un sistema sorgente in maniera che siano comprensibili al sistema destinazione.

Tale funzionalità si può raggiungere tramite le seguenti fasi, che sono disponibili in ogni canale:

- **filtraggio**: Mirth Connect legge i parametri del messaggio ed in base a questi può far passare il messaggio alla fase di trasformazione o filtrarlo.
- **trasformazione**: Mirth Connect converte il messaggio arrivato in un messaggio che abbia gli standard richiesti dal sistema destinazione per poter essere eseguito correttamente
- **routing**: In questa fase Mirth Connect si assicura che il messaggio arrivi correttamente a destinazione.

2.4.4 — Mule ESB

Mule è una **piattaforma "Lightweight"** per l'integrazione e un **Service Container** che permette la gestione del routing, la trasformazione e la validazione di messaggi.

- Supporta differenti protocolli e formati di messaggi
- Facilmente integrabile all'interno di Web Applications e Application servers o utilizzabile come applicazione "stand alone"
- Basato sui patterns di EIP



Il sistema offre:

Hosting e creazione di servizi.

- Espone transport endpoints, EJBs, Spring beans, e POJOs come servizi modulari e riusabili
- Gestisce i servizi come un lightweight service container

Service mediation

- Separa la logica di business della messaggistica
- Rende indipendenti i service components dal formato dei messaggi e delle tipologie di protocolli.
- Chiamate ai servizi location-independent

Message routing

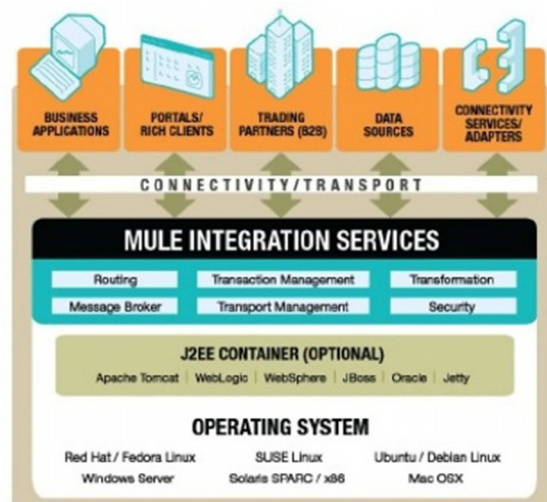
- Rounting dei messaggi sulla base del contenuto e di regole anche complesse
- Filtra, aggrega e rimette in ordine i messaggi in ingresso

Data transformation

- Permette lo scambio di dati tra applicazioni gestendo i vari formati dei dati
- Trasforma i dati solo se necessario e in ogni caso a seconda delle necessità
- Formatta i messaggi su protocolli di trasporto eterogenei

L'architettura di Mule può essere sinteticamente rappresentata nel modo seguente:

- Standards-based e vendor neutral
- Integrazione facilitata su infrastrutture esistenti
- Architettura a plug-in per un approccio di tipo "building block"
- Utilizzabile con qualsiasi application server o stand alone
- L'architettura è stata progettata in accordo con i principi del libro "Enterprise Integration Patterns" di Hohpe e Woolf



I componenti principali sono i seguenti:

- Service components
- Transports
- Endpoints
- Transformers
- Routers
- Filters
- Interceptors

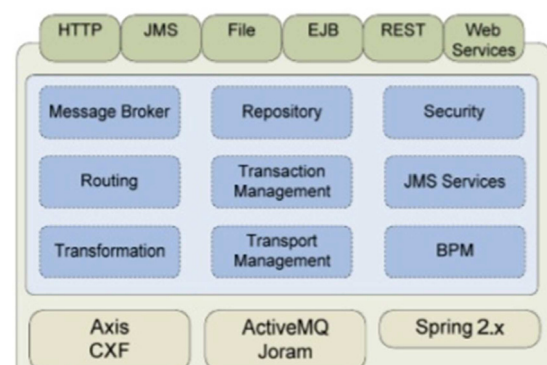


Figura Fossilab s.r.l

Infine, per quanto riguarda le piattaforme Tecnologiche di riferimento sono:

Sistemi operativi

Windows XP SP2, Windows 2000, Windows 2003 Sever, Linux, Solaris, AIX, HP-UX e Mac OSX

Applications servers

Tomcat, jboss, WebSphere, WebLogic e jetty

Java JDK 1.5 e 1.6

2.4.5 — X-Value

La filosofia alla base della piattaforma X-Value è fortemente orientata ed ispirata agli standard e alle iniziative di interoperabilità e cooperazione promosse nel settore della sanità a livello internazionale. Tra questi assumono particolare rilevanza i seguenti:

- IHE (Integrating the Healthcare Enterprise).
- HL7 (Health Level 7).
- DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine).

Il cuore pulsante della piattaforma X-Value è l'Enterprise Service Bus (ESB) basato su piattaforma open-source *MuleSoft*. L'ESB è deputato al **colloquio applicativo**, ovvero alla gestione del dialogo fra interfacce di comunicazione più o meno evolute degli applicativi aziendali (non necessariamente di Dedalus), riconducendo inequivocabilmente la sintassi di tutte le codifiche non univoche e garantendo la corrispondenza semantica fra i formalismi proprietari e quanto stabilito a livello dei vari standard senza dover intervenire sul codice.

Nell'architettura della piattaforma X-Value, lo strato ESB svolge il ruolo di middleware, consentendo di creare un livello di astrazione intermedio per mascherare la complessità dei servizi, all'interno di un'architettura vasta ed eterogenea quale quella richiesta. Lo strato di astrazione introdotto fornisce una serie di strumenti per personalizzare e scalare infrastrutture che favoriscono le integrazioni in una logica disaccoppiata dal dominio applicativo.

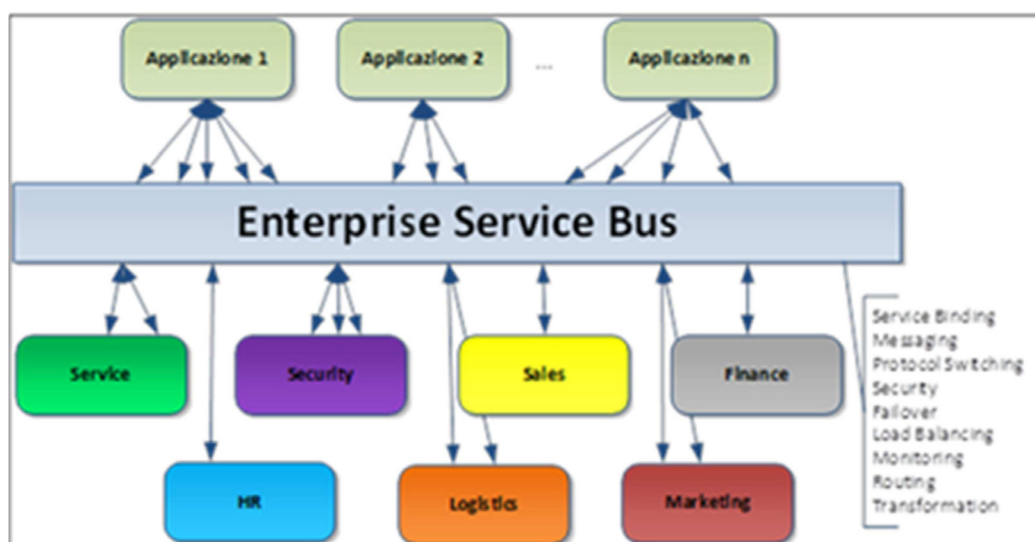


Figura 28 - Enterprise Service Bus come middleware

L'introduzione dell'ESB sfrutta tecnologie consolidate, fornendo contestualmente caratteristiche come validazione, trasformazione, gestione code, routing basato sul contenuto e bilanciamento. L'uso degli standard industriali per la maggior parte dei servizi offerti da ESB, facilita l'integrazione cross-platforms.

Il componente ESB offre tutta la flessibilità per integrare risorse eterogenee, eliminando tutti gli oneri introdotti da un'architettura punto-punto. La separazione dello strato dei servizi consumer con quello dei producer, offre notevoli vantaggi soprattutto perché vengono meno i dettagli implementativi, le tipologie di interfaccia e gli impatti di re-deployment a livello di service consumer.

La piattaforma **Mulesoft** scelta è indiscutibilmente fra le migliori in assoluto. Essa offre servizi di integrazione e di interoperabilità, numerose tipologie di trasporto, formati dei dati e protocolli di comunicazione, servizi di instradamento, mediazione e trasformazione dei messaggi, gestione della sicurezza e delle policy, integrazione di servizi esistenti rendendoli disponibili alle soluzioni software proposte. Mulesoft è un prodotto **open source** rilasciato con licenza CPAL.

Lo schema seguente riassume i componenti principali della piattaforma X-Value che offrono i servizi applicativi.

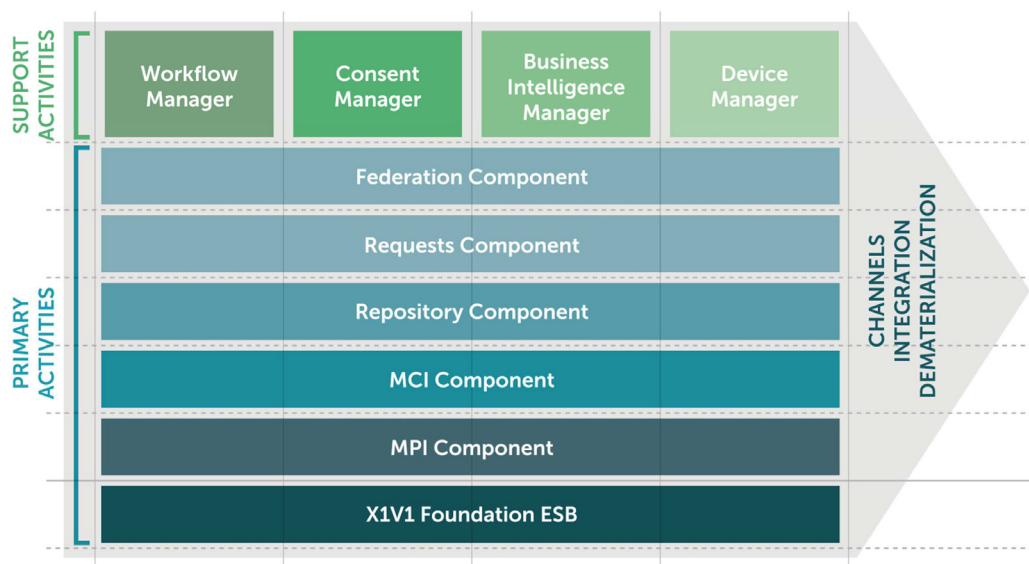


Figura 29 Schema di X-Value

- X1.V1 Foundation: Enterprise Service Bus (ESB) integrato, supporto di Single-Sign-On (SSO) e Anagrafe degli Operatori e funzionalità di condivisione del contesto
- Master Patient Index (MPI), con funzioni di gestione centralizzata dell'anagrafica assistiti tramite i profili IHE PIX e PDQ;
- Master Code Index (MCI), con funzioni di gestione centralizzata delle codifiche aziendali (es. Catalogo Prestazioni, Codici ICD-9, Reparti, ecc.);
- Repository & Registry Documentale, con funzionalità di gestire la persistenza dei documenti e Registry con funzionalità di indicizzazione dei documenti presenti nei repository aziendali; funzionalità di gestione notifiche, con il compito di informare gli attori di nuovi documenti depositati nel Repository e Viewer Documentale
- XDS Federation Manager, componente funzionale ad abilitare architetture federate

- Request Manager, con il compito di gestire tutte le diverse tipologie di richieste di attività;
- Workflow Manager, basato su motore BPMN2 modulo che implementa anche il meccanismo di workflow, come definito dal profilo IHE Croce Enterprise Document Workflow (XDW).
- Consent Manager, con funzionalità di raccolta ed archiviazione dei consensi espressi dal cittadino/paziente
- Business Intelligence Manager, il componente è specificamente progettato per l'assistenza sanitaria e l'uso clinico
- Device Manager, ha il compito di raccogliere i dati provenienti dai dispositivi medici presenti in ospedale e/o negli ambulatori distribuiti sul territorio (ECG, pompe ad infusione, monitor, misuratori di pressione, ecc.) utilizzando standard internazionali di comunicazione

Supporto documentale

La Piattaforma X-Value è in grado di gestire documenti e relativi metadati, sia firmati che no, aderenti ai seguenti formati principali:

- Documenti non strutturati;
- Documenti Acrobat (.pdf);
- Documenti Word e similari (.doc, .rtf, ecc.);
- Documenti strutturati;
- Documenti in formato HL7/CDA2;
- Altri formati XML proprietari;
- Classi DICOM.

Specificatamente al formato HL7/CDA2, il Repository clinico gestisce un'ampia serie di documenti e relativi metadati di formato standard (esempio del tipo: Referto generico, Lettera di dimissione, Referto ambulatoriale, Consulenza, Consenso, ecc..) o pre-standard, garantendo pieno supporto all'evoluzione normativa degli stessi. Rispetto a questi documenti, si è in grado di sostenere il processo di integrazione di sistemi verticali di terze parti con la Piattaforma, offrendo documentazione tecnica di dettaglio, test kit a supporto delle attività di verifica tecnica delle integrazioni, servizi di affiancamento e know-how per i fornitori che debbano integrarsi alla Piattaforma.

Architettura XDS (Cross Enterprise Document Sharing)

Il Dossier Sanitario (DS) mantiene traccia, a livello aziendale, della storia sanitaria del paziente, rendendo disponibili informazioni utili per la cura della persona. Gli oggetti informativi gestiti dal DS sono primariamente di natura documentale in formato XML CDA2 o PDF firmati digitalmente o no. Da questa definizione ne conseguono alcune considerazioni:

- i documenti non possono risiedere in un unico database/archivio, a causa della loro collocazione geografica (possono esistere sorgenti documentali distribuite sul territorio), dell'eterogeneità delle informazioni in essi contenute (immagini, segnali, testo, metadati, ecc);
- i documenti non possono rappresentare l'oggetto informativo sul quale si incentrano le procedure di ricerca, a causa della verbosità delle strutture XML. Occorre, dunque, identificare una soluzione in grado di disaccoppiare la gestione del documento da quella dei dati (metadati) sui quali effettuare le ricerche;
- la mole dei documenti prodotti tende a crescere rapidamente con il radicarsi del processo di informatiz-

- zazione delle aziende e, pertanto, si rende necessario disporre di una piattaforma logica di gestione documentale che sia al tempo stesso modulare, robusta e fault-tolerant, a garanzia della business continuity;
- la forte spinta a livello globale alla dematerializzazione nella pubblica amministrazione ha obbligato i fornitori di sistemi verticali ospedalieri ad evolvere rapidamente i propri prodotti applicativi, in ottica di soluzioni paperless. Ciò comporta l'esigenza di sostenere un processo d'aggregazione delle informazioni afferenti da sistemi terzi, attraverso l'uso di soluzioni che non obblighino ogni volta a riprogettare modalità e tecnologie d'integrazione. Per questo motivo, la logica di gestione degli oggetti informativi documentali deve dimostrarsi flessibile e scalabile, sia in termini di aggiunta e/o modifica di sorgenti documentali, sia *in termini di visualizzazione delle informazioni ed estrazione dei dati presenti nei documenti strutturati*.

La soluzione proposta affronta in modo moderno ed efficace il problema della gestione dei documenti sanitari, come descritto in dettaglio nelle sezioni che seguono. Dal punto di vista architetturale il DS rappresenta un'entità concettuale costituita dall'aggregazione logico-funzionale di componenti software cooperanti, tra le quali assumono particolare rilievo i moduli applicativi denominati Registry, Repository e Viewer.

Il DS è un servizio "virtuale", in quanto l'informazione in esso contenuta non è archiviata in un Repository fisico ben definito, piuttosto, esso viene composto in tempo "reale" attraverso la ricerca, la aggregazione, la notifica e la trasmissione in modalità "sicura" dei documenti clinici che lo compongono. Tali documenti risiedono ciascuno nel proprio Repository di pertinenza, afferente all'Ente che ne detiene la responsabilità. L'architettura non prevede la replica di informazioni in un Repository centrale bensì la creazione di un indice degli eventi e delle informazioni che sia in grado, attraverso servizi web, di reperire e visualizzare le informazioni cercate così come previsto nell'IBSE, l'Infrastruttura di Base della Sanità Elettronica sviluppata dal Dipartimento per l'innovazione tecnologica (DIT) della Presidenza del Consiglio dei Ministri ed adottata nei bandi regionali dei progetti delle Reti dei Medici di Medicina Generale. Ad ogni evento sanitario, infatti, corrisponde generalmente un documento, ad esempio un referto o una prescrizione farmaceutica. Tale documento elettronico, generato nel formato HL7 CDA2, viene conservato nel Repository documentale dislocato presso l'Azienda Sanitaria di pertinenza, mentre i suoi metadati vengono inseriti all'interno del Registry centralizzato.

In aderenza alle suddette specifiche, il modello architetturale proposto a supporto dei flussi applicativi del DS è conforme al profilo d'integrazione IHE XDS.b e, pertanto, prevede l'esistenza di un indice centralizzato (Registry) e la presenza di depositi informativi (Repository): ogni volta che un documento (firmato) prodotto dai sistemi verticali (ospedalieri o territoriali) viene posto nel Repository e contestualmente inserito nel Registry il suo indirizzo (URL), ad esso vengono associati alcuni metadati di corredo. In fase di recupero dell'informazione, il flusso prende avvio con l'interrogazione dei metadati gestiti dal Registry ed il successivo scarico dei documenti d'interesse dal Repository.

Verso il paradigma FHIR

FHIR combina le migliori caratteristiche di HL7 Versione 2, Versione 3 e del CDA andando a sfruttare le più recenti tecnologie del mondo WEB. FHIR definisce un set di elementi modulari denominati "Risorse" che rappresentano i concetti clinici nella loro granularità.

Questi possono essere facilmente riuniti tra di loro andando a risolvere i problemi clinici e amministrativi del mondo reale a una frazione del costo rispetto alle alternative esistenti.

La soluzione Dedalus offerta dal modulo FHIR è adatta per l'uso in un'ampia varietà di contesti applicativi che

possono andare dalle applicazioni mobile per smartphone alla condivisione dei dati tra diversi sistemi EMR alla alimentazione di sistemi di controllo epidemiologici. In conclusione, tramite il modulo FHIR, la Piattaforma X-Value diventa abilitante per la gestione di tutta una serie di dati clinici da parte di componenti interni o applicazioni esterne, la fruizione dei quali altrimenti non sarebbe così agevole tramite i profili d'integrazione IHE nativi.

Infrastruttura di memorizzazione: NoSQL

Il database utilizzato dalla soluzione X-Value, per le componenti XDS, è *MongoDB*. *MongoDB* è un sistema gestionale di basi di dati orientato ai documenti prodotto e supportato dall'azienda *MongoDB*. *MongoDB* è rilasciato sotto licenza Affero General Public License v.3 mentre i driver che permettono ai linguaggi di programmazione di interfacciarsi al database sono rilasciati sotto licenza Apache 2.0; In *MongoDB* l'unità fondamentale di memorizzazione delle informazioni è rappresentata dal documento. Tale termine non ha una definizione precisa e univoca, in quanto un documento è un qualsiasi insieme di informazioni concettualmente coerenti raggruppate secondo una data codifica che, nel caso di *MongoDB*, è il formato BSON.

Modalità di integrazione: SDK (Software Developer Kits)

Oltre ai servizi esposti dai componenti della piattaforma X-Value in modalità soap le librerie SDK, disponibili per ambiente .NET e per ambiente Java, forniscono una interfaccia di alto livello per usufruire delle funzionalità offerte dalla Piattaforma. Le classi Manager presenti all'interno del SDK permettono di sviluppare integrazioni verso la Piattaforma senza scendere nel dettaglio tecnico della messaggistica e dei protocolli di comunicazione. Queste classi consentono di interagire con le diverse componenti di Piattaforma, quali ad esempio:

- Autenticazione
- Gestione documentale (**XDSb Manager**): pubblicazione di un documento clinico, ricerca ed estrazione di documenti
- Gestione notifiche documentali (**DSUB Manager**): sottoscrizione e cancellazione notifiche, estrazione dei documenti notificati
- Funzionalità anagrafiche (**MPI Manager**): ricerca, inserimento ed aggiornamento assistito, merge anagrafico.
- Gestione operatori (**User Manager**): estrazione informazioni su utenti e ruoli associati, modifica delle password. SDK offre anche una gestione avanzata configurabile dei log delle transazioni, degli errori e dei warning.

Modalità di integrazione: API RESTful

L'utilizzo di API (Application Programming Interfaces) esposte dal *Repository* secondo lo standard RESTful porta tutta una serie di vantaggi in particolare sono da evidenziare:

- **Semplicità di utilizzo**: REST è nato per operare con thin client come un web browser e attraverso tutti i tipi di tecnologia di rete.
- **Vicino alle infrastrutture**: Sistemi di bilanciamento del carico, firewalls e proxy sono oggi già tutti ottimizzati per API RESTful perché sono tutti ottimizzati per gestire traffico http/s.
- **Scalabile**: Per default le richieste REST sono tutte 'stateless'. Questo alleggerisce notevolmente il carico computazionale del server
- **Efficiente**: le API RESTful del nostro Repository permettono di gestire un payload in XML o in JSON. JSON è generalmente più leggero della controparte XML. Ma specialmente il payload REST+JSON è molto più leggero che di quello SOAP+XML considerando anche il sovraccarico della parte di imbustamento.

L'obiettivo di questa componente funzionale è quello di arrivare a poter disporre di un unico strumento di gestione, un solo punto di memorizzazione e un sistema di notifica mirata delle variazioni operate dalle anagrafiche Aziendali utilizzate dai diversi moduli applicativi "verticali" (LIS, RIS, accettazione ricoveri, CUP, RSA, ADI, CCE, ecc) operanti, coinvolti in flussi informativi che prevedono la partecipazione complementare al processo di elaborazione con conseguente comunione del dato.

Ogni funzione applicativa coinvolta deve pertanto avere la certezza di disporre di tutti i nomenclatori che descrivono compiutamente le entità oggetto delle transazioni attraverso riferimenti aziendali certi in grado di rendere disponibili le entità di interesse e di certificarne la validità.

2.4.6 — E015 – Digital Ecosystem

E015 rappresenta uno spazio operativo di cooperazione tra molteplici attori, sia pubblici che privati. Nasce dall'osservazione delle necessità di modificare l'attuale metodica di sviluppo di sistemi informativi spostandosi verso un approccio più condiviso e basato su service oriented application (SOA) in ambito extranet (open services), caratterizzato dalla presenza in un singolo ambito controllato di molteplici attori pubblici e privati.

E015 è un ambiente digitale digitale di cooperazione aperto, competitivo, non discriminatorio e concorrenziale per lo sviluppo di servizi integrati offerti ai cittadini tramite la rete internet. Esso fornisce un insieme di standard tecnologici condivisi e di regole di collaborazione comuni per consentire di far parlare tra loro i sistemi informatici di attori pubblici e privati che operano sul territorio in molteplici settori: trasporti, accoglienza, turismo, cultura, spettacolo...

Grazie a E015 chi sviluppa un sistema informatico (sito web, applicazione per smartphone, totem multimediale...) è in grado, di proporre i propri contenuti e servizi a chiunque sia interessato a utilizzarli. In altre parole, E015 rappresenta uno spazio operativo di cooperazione tra molteplici attori, sia pubblici che privati.

L'iniziativa è nata da una collaborazione tra la società Expo 2015 SpA e Confindustria, CCIAA di Milano, Confcommercio, Assolombarda e Unione del Commercio con l'obiettivo di favorire l'incontro tra domanda e offerta di beni e servizi da parte del sistema delle imprese.

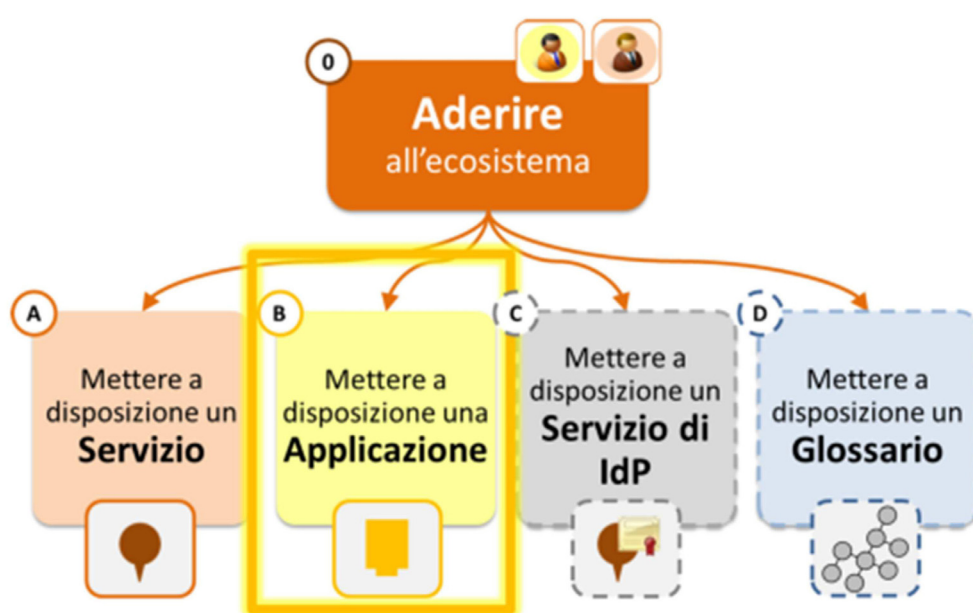


Figura 30 - Opzioni disponibili per i soggetti aderenti all'Ecosistema E015

I soggetti che aderiscono all'iniziativa, "*E015 – Digital Ecosystem*" possono:

- Mettere a disposizione un servizio: il soggetto aderente pubblica all'interno dell'Ecosistema un servizio disponibile per la realizzazione di applicazioni End User. Contestualmente alla pubblicazione, il Service Provider stabilisce le condizioni di utilizzo e le opzioni selezionate per la fruizione dei dati e delle funzionalità erogate dal servizio.
- Mettere a disposizione una applicazione: il soggetto aderente pubblica all'interno di E015 – Digital Ecosystem una End User Application, realizzata utilizzando alcuni dei servizi resi disponibili da parte di altri soggetti.
- Mettere a disposizione un servizio di Identity Provider: il soggetto aderente agisce in qualità di Identity Provider specializzato nella gestione dell'Identità Digitale e pubblica all'interno dell'Ecosistema uno speciale servizio condiviso per la verifica della validità delle credenziali degli utenti finali. La disponibilità di servizi di questo tipo (denominati servizi di IdP) abilita la separazione di ruoli tra chi fornisce funzionalità applicative agli utenti e chi si occupa della gestione dell'identità digitale degli utenti. I servizi di IdP consentono di "agganciare" a E015 – Digital Ecosystem i bacini di utenza da essi gestiti e possono essere utilizzati da parte degli End User Application Provider per l'esternalizzazione delle funzionalità di verifica e gestione delle credenziali utente.
- Mettere a disposizione un glossario: il soggetto aderente propone di pubblicare all'interno dell'Ecosistema un glossario condiviso che possa essere utilizzato come schema di classificazione e data model di riferimento da parte di chi sviluppa applicazioni e servizi all'interno di uno o più domini applicativi. Il Technical Management Board ed il Governance Board possono a loro volta decidere di recepire all'interno dell'Ecosistema glossari condivisi ritenuti significativi per maturità e grado di diffusione.

3.1 — Cosa intendiamo per Big Data

3.1.1 — Cosa intendiamo per Big Data

Big Data è il termine usato per descrivere una raccolta di dati così estesa in termini di **volume**, **velocità** e **varietà** da richiedere tecnologie e metodi analitici specifici per l'estrazione di valore.

Il progressivo aumento della dimensione dei dataset è legato alla necessità di analisi su un unico insieme di dati, con l'obiettivo di estrarre informazioni aggiuntive rispetto a quelle che si potrebbero ottenere analizzando piccole serie, con la stessa quantità totale di dati. Ad esempio, l'analisi per sondare gli "umori" dei mercati e del commercio, e quindi del trend complessivo della società e del fiume di informazioni che viaggiano e transitano attraverso Internet.

Big data rappresenta anche l'interrelazione di dati provenienti potenzialmente da fonti eterogenee, quindi non soltanto i dati strutturati, come i database, ma anche non strutturati, come immagini, email, dati GPS, informazioni prese dai social network.

Con i big data la mole dei dati è dell'ordine degli Zettabyte, ovvero miliardi di Terabyte. Quindi si richiede una potenza di calcolo parallelo e massivo con strumenti dedicati eseguiti su decine, centinaia o anche migliaia di server.

Si parla di **Big Data** quando si ha un dataset talmente grande da richiedere strumenti non convenzionali per estrapolare, gestire e processare informazioni entro un tempo ragionevole. Non esiste una dimensione di riferimento, ma questa cambia sempre, poiché le macchine sono sempre più veloci e i dataset sono sempre più grandi. Secondo uno studio del 2001, l'analista Doug Laney aveva definito il modello di crescita come tridimensionale (modello delle "3V"): con il passare del tempo aumentano volume, velocità e varietà dei dati. In molti casi questo modello è ancora valido, e nel 2012 il modello è stato esteso ad una quarta variabile, la **veridicità**. (fonte Wikipedia).

3.2 — Le principali soluzioni di Big Data Containers

3.2.1 — I database relazionali classici

I database relazionali sono il tipo di database attualmente più diffuso. I motivi di questo successo sono fondamentalmente due:

- forniscono sistemi semplici ed efficienti per rappresentare e manipolare i dati
- si basano su un modello, quello relazionale, con solide basi teoriche

Ipotizzati e realizzati a partire dal 1970 hanno negli anni successivi raggiunto un alto grado di utilizzo e conoscenza da parte di tutti gli asset.

Questa tipologia di database è basata su relazioni univoche tra i dati. Tutti i dati sono memorizzati all'interno

di strutture fisse e codificate in fase di realizzazione del database denominate tabelle. All'interno delle tabelle sono contenuti i singoli record o tuple.

Questa infrastruttura obbliga la frammentazione delle informazioni che richiede quindi un grosso lavoro di progettualità iniziale per evitare continue interrogazioni.

PRO

- Diffusione
- Conoscenza da parte degli asset
- Indipendenza dei dati
- Controllo centralizzato dei dati

CONTRO

- Scarsa Scalabilità
- Potenza di calcolo inferiore a parità di risorse

Parlare di soluzioni Big Data vuol dire poter fare tesoro di un enorme bacino di dati, dalle forme più disparate e dalle strutture più variegati, nella loro forma grezza e di dettaglio. Questi dati possono risiedere su differenti piattaforme in grado di poterli ospitare orrimizzti a seconda del tipo di "forma" del dato. Per cui sicuramente il relazionale è una delle possibili sorgenti dati, così come molte altre che verranno descritte di seguito. Parlare di Big Data vuol dire quindi parlare di ALL Data, indipendentemente dalla struttura dell'ambiente che li ospita, sia esso un tipico ambiente relazionale, una sorgente dati NoSQL o un file system Hadoop.

Per poter far questo Oracle propone una soluzione di accesso alle informazioni che si astrae dal tipo di sorgente, e consente la federazione di dati ovunque essi siano ospitati: Oracle Big Data SQL.

Si tratta di una nuova architettura per l'uso del linguaggio SQL su Hadoop, capace di integrare i dati in Hadoop ed Oracle NoSQL con i dati in Oracle Database.

L'utilizzo di Oracle Big Data SQL consente di:

- Combinare i dati residenti in Oracle Database, in Hadoop ed in Oracle NoSQL Database in un'unica query SQL.
- Interrogare ed analizzare i dati residenti in Hadoop ed Oracle NoSQL Database.
- Integrare facilmente e rapidamente analisi Big Data all'interno delle architetture ed applicazioni esistenti.
- Estendere la sicurezza e le regole di accesso da Oracle Database verso i dati di Hadoop ed Oracle NoSQL Database.
- Massimizzare le performance delle query su tutti i dati, sfruttando automaticamente la tecnologia **Smart Scan** di Oracle.

Oracle Big Data SQL semplifica radicalmente l'integrazione e l'operatività nel dominio dei Big Data attraverso due potenti caratteristiche: le tabelle esterne (**External Table**) di Oracle Database, funzionalità recentemente ampliata, e la tecnologia Oracle Smart Scan su Hadoop.

Utilizzando la nuova tipologia di Tabelle Esterne, i dati in Hadoop ed Oracle NoSQL Database sono esposti

ed accessibili dagli utenti di Oracle Database. Una volta definite le nuove Tabelle Esterne, vengono analizzati ed utilizzati automaticamente i metadata, incluse le allocazioni dati del catalogo Hadoop/Hive (Data Location) ed i requisiti per il parsing dei dati (cioè SerDes e StorageHandlers). Ciò abilita all'esecuzione di query SQL che accedono ai dati nel formato originale sfruttando costrutti di riconoscimento (parsing) nativi.

Le maggiori riduzioni di prestazioni durante la fase di query dei dati, sono in genere il risultato di un eccessivo spostamento dei dati. Al contrario Oracle Smart Scan su Hadoop, invece di inviare tutti i dati scansiti alle risorse di calcolo, minimizza radicalmente lo spostamento dei dati dei nodi, applicando le seguenti tecniche a livello dello storage:

- Scansione locale dei dati:
 - I dati Hadoop (ed Oracle NoSQL Database) sono letti direttamente alla fonte, cioè sui dischi dei nodi che li contengono, utilizzando nativamente gli operatori di formato definiti.
- Proiezione delle Colonne:
 - Solo le colonne rilevanti per la query sono restituite dall'elaborazione dei nodi.
- Valutazione dei Predicati:
 - Solo le righe rilevanti per la query sono restituite dall'elaborazione dei nodi.
- Valutazione delle funzioni complesse:
 - Gli operatori SQL sui formati JSON e XML sono applicati direttamente alla fonte, cioè sui dischi dei nodi.
 - Operatori SQL analitici e Scoring di modelli sono applicati direttamente alla fonte.

La tecnologia Oracle Smart Scan coesiste con tutti gli altri servizi di Hadoop e non richiede alcuna modifica al sistema, rimanendo quindi in linea con l'ambiente aperto che BDA fornisce.

Oracle Big Data SQL consente lo stesso livello di accesso anche ad altre soluzioni NOSQL come MongoDB e Cassandra.

3.2.2 — I database NOSQL

I database non relazionali hanno come presupposto iniziale quello di non conservare i dati in documenti e non tabelle. La prima differenza rispetto ai db tradizionali è quindi quella di non conservare i dati in strutture predefinite, ma aggregati in documenti che possono essere di tipo Key-Value (nella forma più primitiva) o Document Store basati su semantica JSON.

I database nosql garantiscono velocità di archiviazione ed elaborazione dei dati non dovendo eseguire le operazioni di aggregazione tipiche dei database relazionali.

Esistono 4 tipi fondamentali di database NOSQL:

- Columnfamily: i dati sono organizzati in righe e colonne ma le colonne non devono essere definite preventivamente.
- Key-Value: in questo caso i dati vengono immagazzinati in un elemento che contiene una chiave assieme ai dati veri e propri, questo metodo è il più semplice da implementare, ma anche il più inefficiente se la maggior parte delle operazioni riguardano soltanto una parte di un elemento.
- Document store: è l'evoluzione del metodo key/value, rispetto ai normali database relazionali invece che immagazzinare i dati in tabelle con dei campi fissi, questi vengono messi in un documento che può con-

tenere illimitati campi di illimitata lunghezza, così se ad esempio di una persona conosciamo solo nome e cognome, ma magari di un'altra persona anche indirizzo, data di nascita e codice fiscale, si evita che per il primo nominativo ci siano campi inutilizzati che occupano inutilmente spazio.

- Graph: i dati vengono immagazzinati sotto forma di strutture a grafi, rendendo più performante l'accesso a questi da applicativi orientati agli oggetti.

PRO

- Velocità di elaborazione
- Scalabilità orizzontale e verticale
- Versatilità

CONTRO

- Mancanza controlli integrità dei dati
- Mancanza di uno standard tra i diversi database nosql

La soluzione proposta da Oracle per rispondere ad esigenze di gestione dei dati in un formato Key-Value, prende il nome di Oracle NoSQL. Si tratta di un data source distribuito e scalabile, progettato per fornire alta affidabilità, una gestione flessibile dei dati e la disponibilità di poter ospitare i dati su un set di storage nodes configurabili.

I dati possono essere modellati come se fossero su tabelle di database relazionale, come documenti JSON o in coppie chiave-valore. Oracle NoSQL Database è un sistema sharded (shared-nothing) che distribuisce i dati uniformemente fra le varie risorse del cluster, in base al valore hash della chiave primaria. All'interno di ogni shard, i nodi di storage vengono replicati per garantire l'alta disponibilità, un rapido failover in caso di errore del nodo ed il bilanciamento del carico ottimale delle queries. L'Oracle NoSQL Database fornisce Node.js drivers Java, C, Python e REST API per semplificare lo sviluppo delle applicazioni.

Oracle NoSQL database è integrato con una vasta gamma di altri prodotti Oracle e con applicazioni open source al fine di semplificare e snellire lo sviluppo e la diffusione delle moderne applicazioni Big Data. Oracle NoSQL Database è disponibile in due modalità di licenziamento, nella versione Community Edition.

3.2.2.1 — Hadoop

Apache Hadoop è un framework concepito appositamente per offrire supporto ad applicazioni che elaborano grandi quantità di dati in parallelo su cluster di grandi dimensioni.

Il modello Hadoop è basato su tre moduli principali:

1. Hadoop Distributed File System (HDFS), file system distribuito dove vengono salvati i dati;
2. Hadoop YARN, Un framework per la pianificazione del lavoro e la gestione delle risorse del cluster;
3. Hadoop MapReduce, un modulo brevettato per supportare la computazione distribuita su grandi quantità di dati in cluster di computer.

Proprio MapReduce è alla base del successo di Hadoop in quanto permette di distribuire grandi quantità di dati tra più nodi. Hadoop nella sua possibile configurazione NoSQL, tratta i dati adoperando la metodologia

Key – Value, dove ogni dato viene associato in maniera univoca una chiave che sarà fondamentale per avviare il processo di MapReducing.

Attualmente Hadoop è stato in parte soppiantato o affiancato da Spark, un framework simile che si appoggia sul file system hdfs ma che utilizza un componente software che garantisce un'elaborazione dati in memoria che risulta essere più veloce e più facile di quella offerta dal componente MapReduce.

PRO

- Velocità di elaborazione
- Scalabilità orizzontale e verticale
- Utilizzabile con cluster fino a 10000 nodi

CONTRO

- Evoluzione continua non sempre retroattiva

La soluzione proposta da Oracle prevede l'utilizzo di un ambiente hardware ottimizzato ed ingegnerizzato, corredato di tutto il software necessario per gestire workload di tipo Hadoop, che prende il nome di Oracle Big Data Appliance (d'ora in poi BDA).

BDA viene fornita al cliente con il cluster Hadoop già preinstallato, ottimizzato sulle caratteristiche hardware del sistema e già configurato con tutte le ridondanze necessarie in un sistema di produzione (mirroring dei dati, ridondanza dei master node, ecc..). Il cluster Hadoop è stato oggetto di tuning congiunto da parte delle due società per garantire le migliori performance; l'uso di Infiniband come rete interna ad alte prestazioni per il colloquio tra i nodi del cluster garantisce elevate prestazioni in un sistema ad elaborazione distribuita quale Hadoop.

Oracle Big Data Appliance implementa già "out of the box" diverse caratteristiche di sicurezza di complessa implementazione in un cluster Hadoop.

Oracle è responsabile del supporto dell'intero stack HW e SW, diventando così l'unico punto di contatto del cliente per quanto riguarda sia il supporto delle componenti hardware di BDA che software.

Attualmente all'interno di BDA vengono fornite tutte le componenti dello stack Cloudera Enterprise, ma a breve sarà disponibile anche la versione con a bordo la distribuzione Hortonworks di Hadoop, per rendere il Cliente totalmente libero di scegliere fra le principali distribuzioni commerciali di Hadoop attualmente presenti sul mercato.

BDA è composta dai seguenti elementi:

- **Compute/Storage Nodes** – forniscono sia le cpu e la ram per il calcolo computazionale sia lo storage richiesto per la memorizzazione dei dati. La configurazione del software Hadoop sui nodi è fatta in modo che tutti i servizi siano installati (anche se non attivati) in tutti i nodi del cluster per poter gestire in modo flessibile crash di singoli componenti e la redistribuzione dei servizi per ottimizzare l'uso delle risorse hardware.
- **Switches** - InfiniBand ed Ethernet switches usati sia per la rete interna che per quella di management
- **Internal Network** – I due InfiniBand Leaf switches forniscono una banda molto performante (40 Gb/sec) per far colloquiare i nodi fra loro; svolgono anche la funzione di



gateway tra la rete interna Infiniband che collega i vari nodi del cluster e la rete pubblica Ethernet con cui il cluster hadoop si interfaccia con il resto del datacenter

- **External Infiniband Network** - Lo switch dedicato alla connessione esterna è normalmente indicato come Spine Switch, e può essere utilizzato per collegare BDA anche ad altri sistemi ingegnerizzati (ad esempio Exadata per condividere dati di tipo relazionale)
- **Management Network** – Lo switch di management Ethernet 1 GbE consente la gestione di tutti i componenti di BDA
- **Rack** - Un singolo rack basato sul Sun Rack 1242 che contiene tutti gli elementi e fornisce l'alimentazione necessaria
- **System Software** - Include il Sistema operativo (Oracle Linux), Java, il Software Hadoop e il software di management per la gestione (Oracle Enterprise Manager)

3.2.3 — I Science DB

La capacità di poter gestire grandi volumi di informazione grezza e dalle forme più disparate ha reso possibile ampliare all'ennesima potenza le capacità analitiche delle soluzioni. Maggiori sono i dati che concorrono a presentarci un fenomeno, più precise ed efficaci possono essere le nostre analisi, non solo di tipo "descrittivo", ma anche e soprattutto di tipo "investigativo" e "predittivo".

Essere in grado di estrarre del "valore" dal mare di dati presenti all'interno di una soluzione BIG DATA può essere estremamente sfidante non solo per il volume e la natura dei dati, ma anche per le barriere tecnologiche indotte dall'uso di nuovi sw, estremamente dinamici e di dominio di pochi.

Oracle in quest'ambito ha dato vita ad una soluzione che indirizza le esigenze dei Data Scientists alle prese con l'analisi dei Big Data che prende il nome di Oracle Big Data Discovery. Si tratta di una soluzione end-to-end per trovare, esplorare, trasformare, scoprire e condividere le informazioni che scaturiscono dall'analisi dei Big Data. Gli asset di Big Data diventano maggiormente accessibili a un più ampio numero di analisti business all'interno dell'azienda aiutando a ridurre i rischi e migliorare il time-to-value dei progetti relativi ai Big Data.

Oracle Big Data Discovery sfrutta la potenza di Hadoop affinché gli utenti possano trasformare velocemente e facilmente i dati grezzi in utili intuizioni di business attraverso un unico prodotto.

- Per trovare ed esplorare i Big Data con la stessa facilità dell'online shopping: Oracle Big Data Discovery mette a disposizione un'accattivante interfaccia grafica per il reperimento e l'esplorazione di dati grezzi all'interno di Hadoop, uno strumento intuitivo che aiuta a scoprire correlazioni statistiche tra combinazioni e attributi di dati per valutare le potenzialità di un data set e capire se possa meritare ulteriori risorse e analisi. Gli utenti navigano all'interno di un catalogo di dati interattivo per mezzo di strumenti familiari e potenti funzionalità di ricerca.
- Per trasformare e arricchire dati su vasta scala: All'interno di Hadoop i dati grezzi hanno bisogno di una certa preparazione prima di essere pronti per l'analisi. Oracle Big Data Discovery riduce i lunghi tempi di preparazione e razionalizza il trattamento dei dati attraverso un'esperienza intuitiva simile a quella di uno spreadsheet. Gli utenti possono lavorare sui dati in modo visuale senza dover cambiare continuamente tool né scrivere codice, così da poter dedicare più tempo all'analisi vera e propria.

- Per scoprire e condividere la ricerca di nuovo valore: le attività di discovery e analisi richiedono strumenti diversi da quelli impiegati per la preparazione dei dati. Oracle Big Data Discovery consente agli utenti di passare trasparentemente dalla fase di preparazione a quella di analisi e condividere le informazioni con un click per poi collaborare sui risultati, pubblicare i data set originali all'interno di Hadoop e adoperare i risultati all'interno di altri tool come Pig, Hive e Python.
- Per allargare l'accesso ai Big Data: I Big Data restano solitamente nelle mani di pochi esperti altamente preparati, costosi e difficili da trovare. Oracle Big Data Discovery rende i Big Data più semplici da gestire e maggiormente accessibili a un maggior numero di figure professionali compresi i team specializzati in analisi e gli utenti business. La soluzione si integra anche con i tool già esistenti per i Big Data aiutando le aziende ad ampliare i team che se ne occupano e mettere così a maggior frutto il proprio capitale umano e i propri patrimoni di dati.

3.3 — La semantica dei Dati

Nell'accezione filosofica, per semantica si intende lo **studio del significato**. In informatica la semantica dei dati è rappresentata dalle tecniche informatiche utilizzate per attribuire ai dati un significato interpretabile sia dalle persone che, soprattutto, dalle macchine (metadati o parametri che descrivono i dati stessi). La crescita esponenziale dei dati disponibili sul web e nei repositories aziendali, porta inevitabilmente alla necessità di soluzioni tecnologiche che permettano la manipolazione del dato. In particolare la semantica rende possibili le due più importanti elaborazioni del dato: l'interoperabilità e l'analisi automatizzata.

Con il termine web semantico, termine coniato dal suo ideatore, Tim Berners-Lee, si intende la trasformazione del World Wide Web in un ambiente dove i documenti pubblicati (pagine HTML, file, immagini, e così via) sono associati ad informazioni e dati (metadati) che ne specificano il contesto semantico in un formato adatto all'interrogazione e l'interpretazione (es. tramite motori di ricerca) e, più in generale, all'elaborazione automatica. Con l'interpretazione del contenuto dei documenti che il Web semantico impone, saranno possibili ricerche molto più evolute delle attuali, basate sulla presenza nel documento di parole chiave, e altre operazioni specialistiche come la costruzione di reti di relazioni e connessioni tra documenti secondo logiche più elaborate del semplice collegamento ipertestuale.

Nei paragrafi successivi, abbiamo voluto riassumere lo stato dell'arte dell'interoperabilità semantica nel contesto internazionale ed in particolare nella PA italiana. La grande maggioranza dei contenuti è stata desunta dal documento "LINEE GUIDA PER L'INTEROPERABILITÀ SEMANTICA ATTRAVERSO I LINKED OPEN DATA" della Commissione di Coordinamento SPC pubblicato da AgID nel novembre 2012, cui rimandiamo per ulteriori approfondimenti.

3.3.1 — Stato dell'arte su linked open data e interoperabilità semantica

Il progetto W3C "Linking Open Data" costituisce certamente il principale riferimento per l'ambito dei Linked Open Data (LOD). Questo progetto ha molto contribuito alla loro diffusione e si è posto l'obiettivo di identificare e diffondere le "best practices" e le linee guida per la pubblicazione di dataset eterogenei per tipo e provenienza, collegati tra di loro utilizzando standard e tecnologie del WebSemantico. Il progetto, che ha

riunito ricercatori, ingegneri e professionisti operanti in diverse istituzioni, ha rappresentato un importante stimolo in questo ambito: da un lato è stata promossa la formazione di una comunità di pratica articolata a livello internazionale la quale costituisce, oggi, il principale riferimento nel settore; dall'altro, il progetto ha condotto allo sviluppo, al consolidamento, e alla promozione di strumenti e tecnologie per la gestione dei dati in modalità Linked.

Il successo del progetto è rappresentato da quella che viene chiamata nuvola LOD (LOD Cloud). All'ultimo censimento del settembre 2011 la nuvola contava 504 milioni di concetti e 31 miliardi di connessioni. Per quanto riguarda la Comunità Europea, oltre a LOD2, tra i progetti finanziati sul Web Semantico vanno citati tra i più importanti e in ordine cronologico: OnToKnowledge (1999-2001, sui primi linguaggi e metodi per il WebSemantico dopo RDF), WonderWeb (2002-2004, che ha creato l'infrastruttura teorica e tecnologica per OWL), KnowledgeWeb (2004-2007, ancora su metodi e tecnologie per il WebSemantico), SUPER (2005-2008, sulle infrastrutture e i linguaggi per i servizi sul WebSemantico), NeOn (2006-2010, sui modelli e strumenti per la progettazione di ontologie distribuite), LARKC (2008-2011, sulle infrastrutture e i componenti scalabili per RDF e OWL), IKS (2009-2012, sulle infrastrutture e i componenti per arricchire e connettere i CMS al WebSemantico), Robust (2010-2013, sui componenti per connettere i linguaggi di business con il WebSemantico).

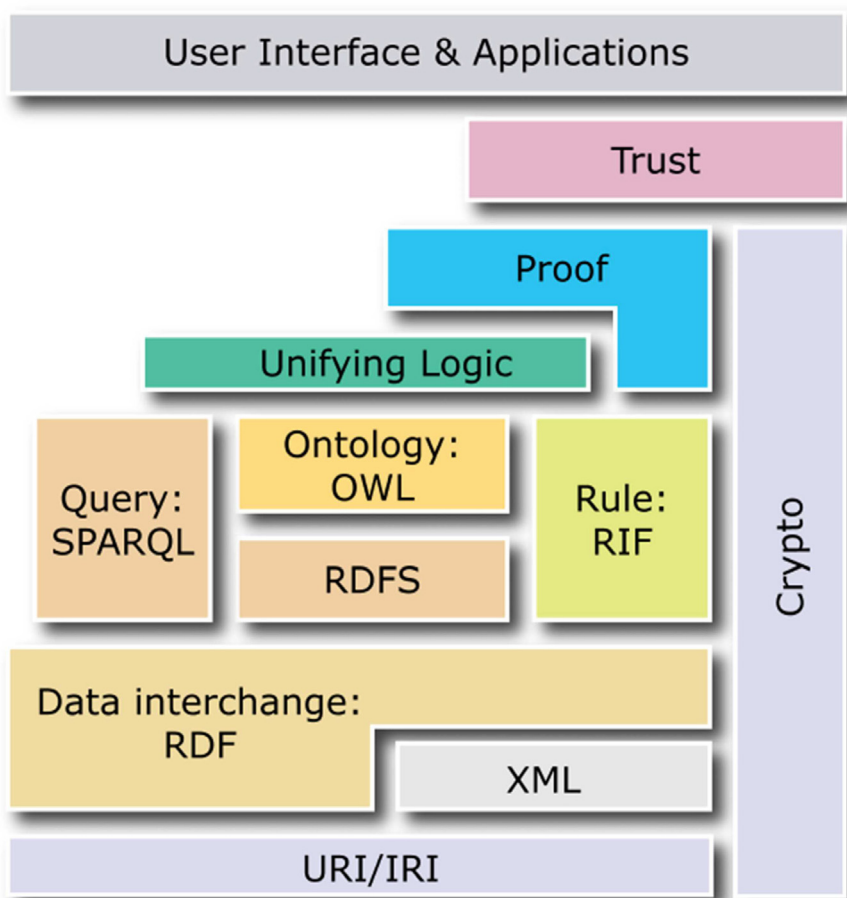


Figura 31

In Italia, diverse PA hanno di recente intrapreso iniziative di apertura dei propri dati pubblici. Alcune di queste iniziative sono state raccolte dal gruppo di lavoro all'interno di una sorta di "catalogo" pubblicato sul sito di DigitPA al fine di offrire ulteriori esempi concreti a beneficio di altre PA. Dall'esame delle iniziative si possono evidenziare alcuni elementi comuni: nella maggior parte dei casi non è chiara la governance dell'iniziativa e la tendenza prevalente sembra concentrarsi più sull'apertura di dati pubblici sotto forma di Open Data piuttosto che sul ricorso ai LOD, limitando così i livelli di interoperabilità semantica ottenibili. Nonostante questo, esistono alcune esperienze/iniziative degne di nota che sono in linea con lo stato dell'arte internazionale. Il gruppo di lavoro è unanime nel ritenere che prendendo esempio anche da queste iniziative sia possibile incentivare, nel medio termine, politiche e strategie di apertura in formato Linked dei dati della PA italiana. Una di queste è "data.cnr.it", il progetto di dati aperti del Consiglio Nazionale delle Ricerche, progettato e mantenuto dal Laboratorio di Tecnologie Semantiche dell'ISTC CNR, condiviso con l'unità Sistemi Informativi del CNR. Inoltre, altri Linked Open Data sono stati pubblicati dal comune di Firenze, da DigitPA, dalla Regione Piemonte, dalla Camera dei Deputati.

3.3.1.1 — Approccio metodologico all'interoperabilità semantica tramite LINKED OPEN DATA

L'interoperabilità semantica conferisce alle organizzazioni la capacità di condividere il significato delle informazioni che esse si scambiano. Dall'esame del contesto di riferimento, tanto sul piano normativo quanto su quello dello stato dell'arte e delle tendenze in atto a livello internazionale, i LOD possono essere uno strumento necessario ed efficace per abilitare lo sviluppo di una concreta interoperabilità semantica tra PA, sia a livello nazionale che a livello transfrontaliero. Questo paragrafo propone quindi un approccio metodologico generale per l'apertura interoperabile di dati pubblici attraverso i LOD. La metodologia proposta tiene nella dovuta considerazione le informazioni ricavate dallo studio delle esperienze descritte nella sezione precedente, ma aggiunge a queste alcune "best practices" a livello internazionale. L'approccio che si propone vuole essere sufficientemente flessibile per essere adattato alle specifiche esigenze delle singole PA e, più in generale, a quelle di qualsiasi "produttore" di dati. L'obiettivo è quello di generare dataset delle PA utilizzabili come Linked Data, ovvero dataset in formato RDF e contenenti connessioni fra loro e con dataset esterni alle PA. La metodologia proposta si articola in sette distinte fasi:

1. individuazione e selezione dei dataset;
2. bonifica;
3. analisi e modellazione;
4. arricchimento;
5. linking esterno (interlinking);
6. validazione;
7. pubblicazione.

Un possibile piano di rilascio è mostrato in Figura 32. Si noti come alcune delle fasi sopra elencate possano in realtà essere svolte contemporaneamente. Questo vale, in particolare, per le fasi analisi e modellazione e bonifica, e per le fasi arricchimento e linking esterno. Per quanto riguarda la fase di pubblicazione, essa può essere intesa come una serie di rilasci successivi e incrementali che, a partire dai raw data, che possono essere rilasciati subito a valle della trasformazione in RDF, arrivano fino ai Linked Data, rilasciati via via che vengono validati.

Individuazione e selezione dei dataset

Il processo di individuazione dei dati è sicuramente il punto di partenza del processo di apertura e linking dei dati. Il patrimonio informativo di cui dispongono le PA è molto vasto e una pubblicazione massiva dei dati in formato aperto spesso non è praticabile. Nasce quindi l'esigenza di selezionare un sottoinsieme dei dati che ha senso aprire e trasformare in Linked Data. È quindi necessario organizzare il lavoro di selezione seguendo criteri generali di valutazione opportunamente predefiniti, al fine di rendere quanto più fluido possibile l'intero processo, e che consentano di mediare tra la domanda di dati (interna o esterna) e lo sforzo richiesto per trattarli o la perdita di controllo che ne può derivare. In primo luogo è bene selezionare i dati sulla base della domanda territoriale, in particolare cercando di individuare quei dataset per cui gli impatti potenziali sull'amministrazione o sulla collettività del territorio sono più evidenti. In secondo luogo è bene individuare i vincoli all'apertura dei dati presenti, sia da un punto di vista normativo, sia organizzativo. Il livello di confidenzialità dei dati e la loro modalità di accesso sono due fattori chiave da considerare per una stima preliminare; in particolare è fondamentale considerare almeno tre aspetti distinti:

- la segretezza di alcuni dati che non possono, per volontà del legislatore, essere oggetto di comunicazione e divulgazione a terzi;
- il rispetto della riservatezza dei cittadini e delle imprese;
- il rispetto del diritto d'autore.

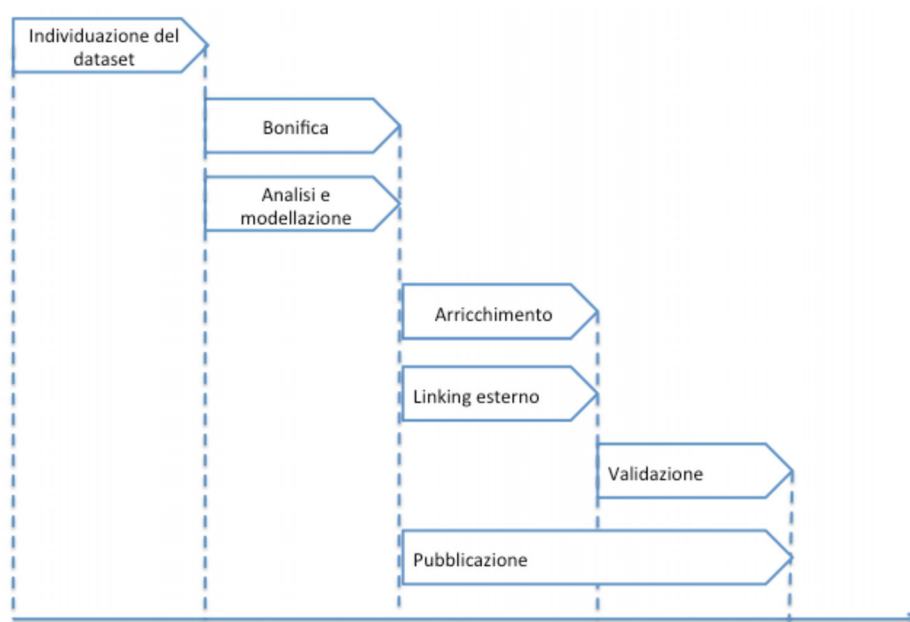


Figura 32 - Le fasi dell'approccio metodologico all'interoperabilità semantica attraverso LOD in un possibile piano di rilascio

In terzo luogo è bene avviare una fase di pre-analisi del dominio di riferimento in modo da acquisire informazioni preliminari utili per le fasi successive di trasformazione e identificare altri elementi-chiave per la misura della complessità.

Dal punto di vista del metodo, la raccolta di casi d'uso, scenari, o direttamente requisiti è la strada maestra per arrivare a una decisione efficace e consapevole. La specifica dei casi d'uso è molto utile per evidenziare le relazioni tra dataset e fruitore/i. È inoltre fondamentale definire dei criteri per valutare la precedenza tra

i diversi blocchi di dati da liberare; per esempio potrebbe essere interessante associare a ogni dataset un valore di opportunità che misura l'eventuale interesse che un utilizzatore ha per uno specifico insieme di dati, ad esempio, sulla base della sua disponibilità momentanea, della specificità dei dati contenuti, di motivi di sperimentazione, ecc.

Bonifica

I dati all'interno dei sistemi informativi o degli archivi di un Ente sono spesso "sporchi" (talvolta sono stati concepiti per essere funzionali, attraverso le applicazioni informatiche, ai processi di business interni) e non immediatamente pronti per la pubblicazione o per le dovute elaborazioni. La qualità del dato rappresenta quindi un aspetto particolarmente importante perché un dataset sporco può rendere inefficienti, o addirittura impraticabili, alcune operazioni di confronto, di similitudine e di aggregazione sui dati.

Dovranno quindi con molta probabilità essere effettuate campagne di bonifica che consentano al dato di acquisire la qualità richiesta. Sebbene non sia possibile elencare o prevedere tutte le tecniche necessarie per bonificare i dati, si può almeno indicare alcuni dei problemi più diffusi: incompletezza dei dati, formati diversi, significati ambigui, datatype inconsistenti, mancanza di corrispondenza fra nomi usati negli schemi fisici e dati effettivamente contenuti (tipicamente per ragioni storiche), ecc. Si tenga conto che, l'incompletezza (o la mancanza di integrità) dei dati non è un problema altrettanto grave di come viene percepito nel contesto della progettazione delle basi di dati. Il Web e il Web Semantico non hanno infatti pretesa di integrità e di rigorosità; è la numerosità crescente delle informazioni (documenti e/o dati) e il loro utilizzo a decretarne qualità, valore, e completezza.

Analisi e modellazione

Gli obiettivi di questa fase sono di formalizzare il modello concettuale e dare una rappresentazione coerente con esso del dataset di riferimento. Questa fase rappresenta una ristrutturazione logica e concettuale dei dati; in analogia con le metodologie di analisi e progettazione del software, possiamo dire che viene attivato un processo di *reingegnerizzazione* e *refactoring* della base informativa.

Sia il modello concettuale sia il dataset alla fine di questa fase saranno rappresentati in RDF.

Gli elementi devono avere dei nomi appropriati, devono seguire semplici convenzioni e devono rispettare gli *schemi URI* dei Linked Data.

Il processo di analisi e modellazione viene svolto eseguendo un insieme di passi in modo non necessariamente sequenziale:

Arricchimento semantico del dataset

In questa fase i dati, precedentemente bonificati e modellati, sono arricchiti attraverso l'esplicitazione di informazioni di contorno (metadattazione) che ne semplificano il riutilizzo e/o attraverso la derivazione di contenuto informativo aggiuntivo tramite l'utilizzo di tecniche di estrazione automatica dell'informazione o di ragionamento automatico (inferenza).

Metadattazione

I metadati arricchiscono il contenuto informativo dei dati esplicitandone delle proprietà che semplificano il processo di fruizione dei dati stessi facilitandone la ricerca, il recupero, la composizione e di conseguenza il

riutilizzo. Così come i dati, anche i metadati sono espressi attraverso RDF che nasce proprio come standard per l'annotazione semantica di pagine Web per poi divenire lo strumento base per la creazione di Linked Data. Alcuni dei metadati più utili ai fini dell'interoperabilità e del riutilizzo dei dati sono: le informazioni sulla semantica dei dati, le informazioni di contesto e le informazioni di provenienza.

Una cosa importante da tenere presente è che uno stesso dato potrebbe essere descritto con informazioni semantiche diverse; questo deriva dalla possibilità di classificare il dato in modo multidimensionale.

Le informazioni di contesto permettono di descrivere i confini di validità del dato o del set di dati di riferimento. Il contesto viene espresso in termini di intervalli di tempo, regioni di spazio, argomenti ed eventuali altri parametri specifici.

Le informazioni di provenienza descrivono come e da chi i dati sono stati prodotti. Ancora una volta la metadattazione può essere fatta attraverso un'ontologia (o un modello) standard o attraverso una definizione proprietaria.

Nella fase di arricchimento si possono derivare nuovi dati a partire da quelli esistenti. Il modo tradizionale è usare la conoscenza già espressa per inferirne altra implicita. Grazie ai dati noti è possibile inferire (per deduzione) nuove informazioni e nuova conoscenza tramite "query" costruttive nel linguaggio di interrogazione per RDF, i.e., SPARQL, o tramite ragionatori automatici basati su OWL o regole.

Un altro modo di derivare nuovi dati è invece l'estrazione di conoscenza da dati testuali, per esempio descrizioni contenute nei record di una base di dati relazionale o testi tratti da documenti amministrativi. Grazie a tecniche di analisi delle lingue naturali è possibile inferire per induzione nuove informazioni, come persone, luoghi, eventi, relazioni, argomenti, che sono poi rappresentate in RDF. È importante sottolineare, tuttavia, che queste tecniche non sono di facile utilizzo e che per una loro corretta applicazione sono necessarie competenze specifiche. Tecnologie abilitanti sono in fase avanzata di sperimentazione per facilitarne l'utilizzo.

Linking esterno (interlinking)

In questa fase il contenuto informativo locale viene legato ad altre informazioni, che possono essere altri dataset prodotti dalla stessa amministrazione, oppure insiemi di dati già presenti nel Web dei Dati. Questo consente di garantire una più facile navigazione e un accesso a un più ampio insieme di dati, e di fornire dati attestati a livello 5 della classifica di qualità dei LOD.

Il linking esterno consiste nella produzione di triple RDF in cui il soggetto e l'oggetto sono entità appartenenti a dataset diversi (interni o esterni all'amministrazione). In pratica, si tratta di allineare entità di diversi dataset. L'operazione di linking, tuttavia, non è sempre banale come può sembrare. Per aiutare l'utente finale in questo processo, si possono utilizzare strumenti specifici che consentono di creare tali collegamenti esterni in maniera agevole. Questi tipi di strumenti rientrano nella categoria degli strumenti di *record linkage*.

Validazione

In generale, possono essere eseguite tre tipi di validazione: quella sintattica, quella logica e quella concettuale. Nella **validazione sintattica** viene verificato che il contenuto dei dati rispetti i formati standard del W3C. A tale scopo esistono diversi strumenti che possono essere direttamente utilizzati; uno di questi è messo a disposizione dal W3C. Nella **validazione logica**, mutuando i metodi di unit testing usati nell'ingegneria del software, individua un insieme di casi di test che devono essere soddisfatti. I casi di test possono essere costituiti da un insieme di domande di cui si vorrebbe conoscere la risposta (chiamate a

volte “competency questions”) e di cui si sa esserci i dati. Le query ovviamente possono anche essere negative, cioè possono tentare di trovare direttamente errori di modellazione. Per esempio, è possibile chiedere se esiste qualche entità che è sia una città che una persona: in caso di risposta positiva vi è un buon indizio per cercare errori di progettazione. Infine, nella **validazione concettuale** viene verificata l’adeguatezza dell’ontologia ai requisiti e all’intuizione degli esperti. In generale, se uno solo dei tre tipi di analisi fallisce, è necessario ricontrollare le fasi precedenti.

Pubblicazione

La pubblicazione è qui intesa come un processo incrementale che potenzialmente segue il corso del progetto rilasciando progressivamente dati sempre più raffinati. È infatti ragionevole pensare che subito a valle del processo di reingegnerizzazione si possano già rilasciare i primi LOD, e che successivamente gli stessi siano prima affiancati e poi sostituiti da versioni concettualmente più adeguate, inter-linked, e arricchite.

Uno degli aspetti principali di questa fase è la selezione della piattaforma di pubblicazione. È molto importante che la piattaforma tecnologica metta a disposizione delle funzionalità che facilitino il riutilizzo e l’interoperabilità: per questo è importante mettere a disposizione (direttamente o tramite “hosting”) una funzionalità di ricerca (SPARQL endpoint) che consenta di interrogare agevolmente i dataset pubblicati. Inoltre, è altrettanto importante individuare una soluzione che consenta un’integrazione leggera e flessibile con il sistema informativo e organizzativo istituzionale.

In questo modo è possibile garantire la sostenibilità del progetto nel tempo e soprattutto l’aggiornamento costante dei dataset pubblicati. Se è infatti ragionevole pensare che un’amministrazione compia un sforzo iniziale importante per il rilascio dei primi dati, è altrettanto evidente che tale impegno non possa essere mantenuto a lungo nel tempo.

3.3.1.2 — Agenti semantici

È da segnalare che molto lavoro è attualmente in corso per estendere le possibilità del web semantico applicando l’idea degli agenti semantici intelligenti (programmi in grado di esplorare ed interagire autonomamente con i sistemi informatici per, ad es., ricercare informazioni). Ruolo di questi agenti nel web semantico è di fornire più vaste capacità di inferenza realizzando quanto espresso in un articolo su Scientific American di Tim Berners-Lee intitolato The Semantic Web, dove si prospetta un futuro in cui Lucy fissa una visita medica alla madre utilizzando alcuni agenti capaci di “capire” la patologia, contattare i centri in grado di curarla e perfino di richiedere un appuntamento ai relativi agenti, salvo poi lasciarle la decisione di confermare.

Società come Microsoft & Google stanno utilizzando le informazioni raccolte dai propri motori di ricerca (Bing & Google) per creare entità. Un oggetto, una malattia, una città, una persona, possono tutte essere considerate come entità con delle connessioni. Maggiore è il numero di entità conosciute e di connessioni ad esse associate e più alta è la probabilità di comprendere il significato espresso all’interno di una frase.

Il motore di ricerca può per esempio riconoscere che la Penicillina è un antibiotico ed associare ad essa delle classi farmaceutiche, l’inventore ed una serie di caratteristiche che sono tipiche dell’entità. Queste “associazioni” permettono al motore di ricerca di assegnare un significato semantico e rispondere a domande complesse come ad esempio: “Chi è l’inventore della Penicillina”.

inventore penicillina

English Claudio

Web Immagini Video Mappe Notizie Esplora

34.400 RISULTATI Data Lingua Area geografica

Penicillina · inventore



Alexander Fleming

Penicillina - Wikipedia
https://it.wikipedia.org/wiki/Beta_lattamine
 La scoperta della penicillina viene attribuita allo scozzese Alexander Fleming nel 1929, che per essa vinse il premio Nobel per la medicina nel 1945.
 Descrizione · Classificazione · Storia · Note · Voci correlate · Altri progetti

La penicillina? Una scoperta italiana - Corriere della Sera
www.corriere.it/salute/11_febbraio_09/penicillina-scoperta
 09/02/2011 · Io scienziato dimenticato La penicillina? Una scoperta italiana Nel 1895 Vincenzo Tiberio, un medico molisano, pubblicò uno studio dal titolo "Sugli ...

Penicillina - My-personaltrainer.it
www.my-personaltrainer.it/Farmaci/Antibiotici/Penicilline
 La scoperta della penicillina. La scoperta della penicillina è attribuita al medico e biologo Alexander Fleming. Nel 1928, Fleming condusse delle ricerche su alcuni ...

Penicillina

Le penicilline sono antibiotici beta-lattamici isolati da prodotti del metabolismo di alcune specie di *Penicillium*, in particolare *Penicillium notatum* oggi noto come *Penicillium chrysogenum*. Le penicilline sono attive contro la maggior parte dei batteri...



Wikipedia

Nomi marchio: Pfizerpen · Geocillin · Pipracil · Permapen

Classe farmaci: Beta-lattamici

Area trattamento: Polmonite · Scarlattina · Febbre reumatica

Inventore: Alexander Fleming

Persone correlate



Alexander Fleming Inventore

Howard Walter Florey

Dorothy Crowfoot Hodgkin

Ernst Boris Chain

Norman Heatley

Questi "database" costruiti dai motori di ricerca contengono milioni di entità e in alcuni casi sono messi a disposizione di terze parti <https://www.bing.com/partners/knowledgegraph>.

Negli ultimi anni abbiamo assistito ad un'intensificazione degli investimenti privati che permettono di interagire in linguaggio naturale. Per poter comprendere una conversazione e l'intento espresso (nel caso in cui ve ne sia uno), è necessario poter disporre di tecnologie basate sul Machine Learning che utilizzano la capacità computazionale del cloud per ottimizzarsi con il passare del tempo. Elementi di intelligenza artificiale come la capacità di riconoscere le parole pronunciate o il significato delle frasi sono oggi a portata di tutti tramite delle APIs. Queste nuove tecnologie abbinate ad un training dei modelli di Machine Learning, permettono già oggi di sviluppare in poche ore un Agente intelligente in grado di interagire su più canali. Un esempio è la piattaforma di BotFramework messa a disposizione da Microsoft che permette di sviluppare in un'unica soluzione Agenti che si connettono a servizi quali e-mail, Facebook Messenger, Skype...

Channels

	Test link	Status	Published	
	Web Chat	Running	☐ Off	Edit

[Get bot embed codes](#)

Add another channel

	Direct Line	Add
	Email	Add
	Facebook Messenger	Add
	GroupMe	Add
	Kik	Add
	Skype	Add
	Slack	Add
	Telegram	Add
	Twilio (SMS)	Add

La comprensione della conversazione può essere affidata a servizi come LUIS (Language Understanding) per identificare l'intento (come ad esempio "previsioni meteo"), le entità ("Città") ed eventuali informazioni aggiuntive necessarie per fornire il servizio (E.s. "giorno per il quale si vogliono le previsioni meteo").

The screenshot displays the LUIS (Language Understanding) interface for an application named "ExerciseTracker". The interface is divided into several sections:

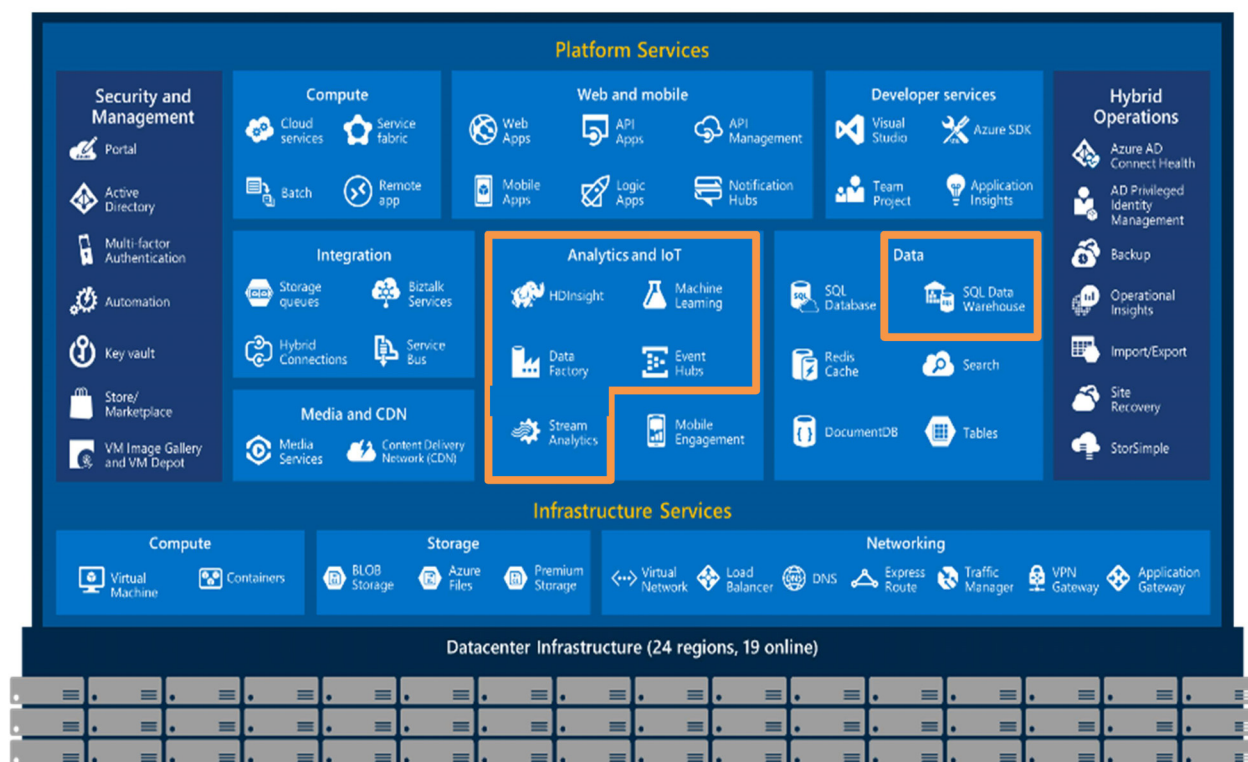
- Left Sidebar:** Contains navigation options like "Intents", "Entities", "Pre-built Entities", "Regex Features", and "Phrase List Features".
- Top Navigation:** Includes "My Applications", "About", "Help", "Support", "Forum", "Jason Williams", and "Sign Out".
- Main Content Area:** Shows the "Suggest" tab with a form to add new utterances. It includes a dropdown for "Intent: StartActivity" and a "Submit" button. Below this, there are three examples of utterances with their predicted intents and confidence scores:
 - "begin a jog now" with intent "StartActivity(0.96)"
 - "begin bike ride" with intent "StartActivity(0.94)"
 - "start tracking a bike ride" with intent "StartActivity(0.94)"
- Right Panel:** Displays "Performance analysis" for the "Intents" section. It shows the results for four intents:
 - StartActivity:** 11 utterances, 11 correctly predicted.
 - StopActivity:** 5 utterances, 5 correctly predicted.
 - SetHeartRateTarget:** 5 utterances, 5 correctly predicted.
 - None:** 17 utterances, 17 correctly predicted.
- Bottom Status Bar:** Shows "Train" status and "Last train completed: 8/21/2015 2:04:09 PM".

Sempre la stessa Microsoft ha previsto la possibilità in futuro di poter sfruttare l'Assistente Personale (un Agente conversazionale personale come ad esempio Cortana), come broker della conversazione. Un concreto esempio potrebbe essere quello di un paziente che chiede a Cortana di metterlo in contatto con la propria ASL per prendere un appuntamento. Cortana capisce l'intento e conoscendo il paziente e tutti gli agenti conversazionali disponibili, è in grado di aggiungere nella conversazione (previo consenso dell'utente), l'agente "ASL". Durante la conversazione Cortana può inviare all'agente ASL le informazioni che permettono di completare l'operazione richiesta (es.: Codice Fiscale) e, una volta terminata la conversazione, può memorizzare l'eventuale appuntamento preso per ricordarlo poi al momento giusto al paziente.

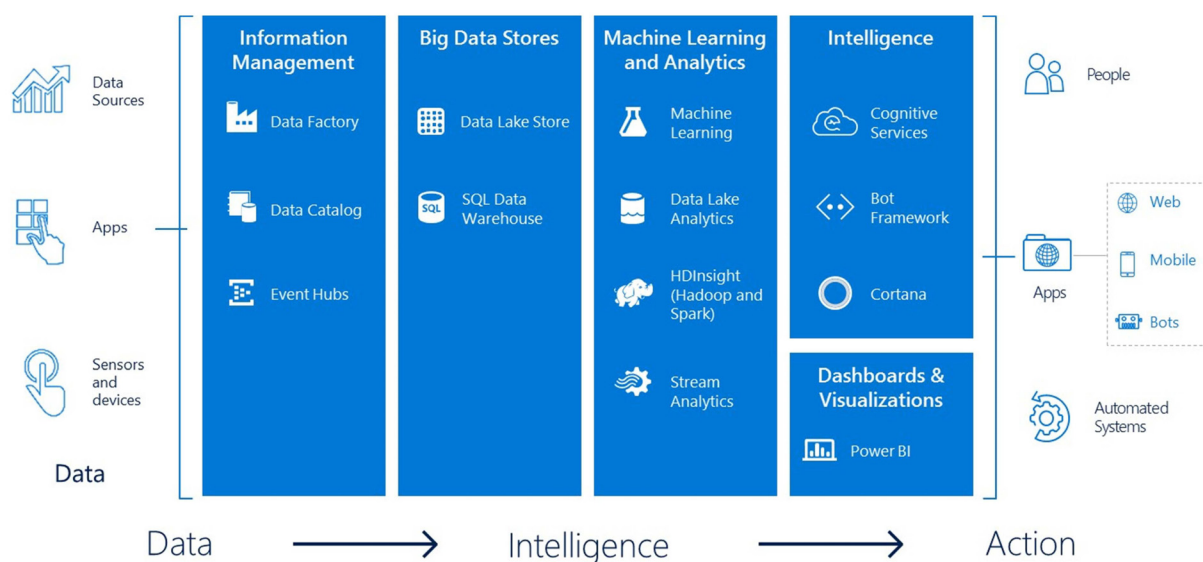
Il video seguente illustra una possibile applicazione delle API dei Microsoft Cognitive Services (www.microsoft.com/cognitive): <https://www.youtube.com/watch?v=R2mC-NUAmMk>.

Seeing AI è un progetto di ricerca che aiuta le persone non vedenti a capire chi e che cosa li circonda.

I Microsoft Cognitive Services sono uno dei tanti servizi che la piattaforma cloud Microsoft Azure mette a disposizione, come sinteticamente illustrato dalla figura che segue. In rosso sono evidenziati i componenti



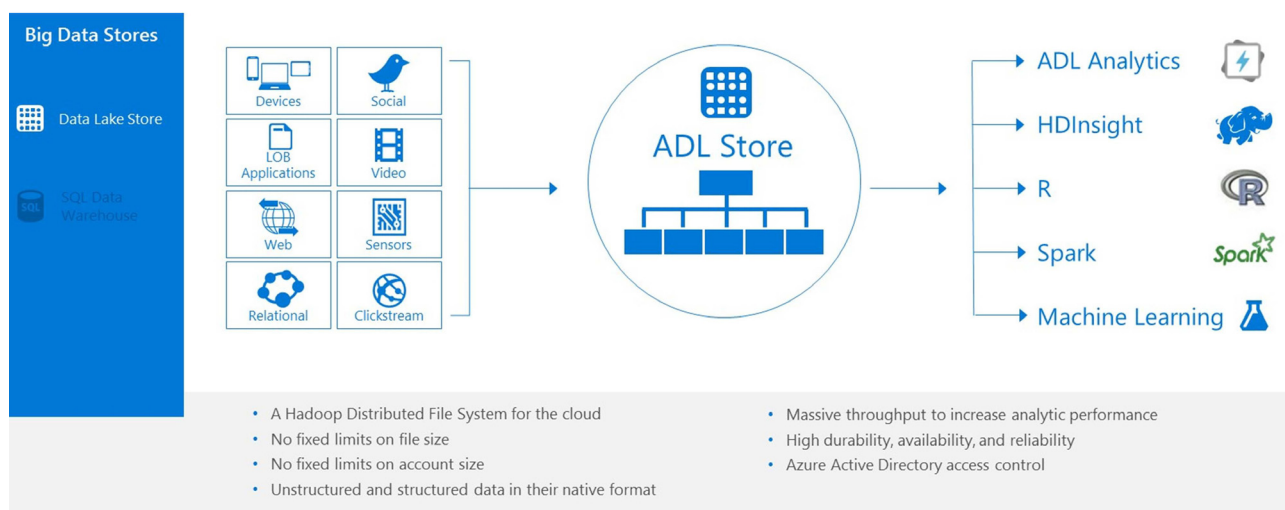
della cosiddetta Cortana Intelligence Suite (di cui la figura che segue fornisce una panoramica), ovvero tutti quei servizi che permettono alle organizzazioni di trasformare in intelligenza l'enorme mole di dati, strutturati e non, di cui dispongono.



Il primo gruppo di servizi della Suite Cortana Intelligence, denominato *Information Management*, permette di raccogliere sulla piattaforma cloud i dati da diverse fonti, sia on premise che cloud, di partizionarli, e di processarli indipendentemente dal tipo di dato disponibile. Questo è reso possibile dall'Azure Data Factory, un servizio che trasforma dati strutturati, semi-strutturati e non strutturati in informazioni "trusted". Grazie a semplici JSON script, gli sviluppatori possono costruire data-driven workflow che raggruppano, aggregano, tra-

sformano e analizzano i dati a loro disposizione. Le informazioni che vengono generate sono successivamente visualizzabili attraverso cruscotti di Business Intelligence, con l'obiettivo ultimo di supportare l'organizzazione nei processi decisionali. Tra i servizi dell'Information Management troviamo Azure Data Catalog, un catalogo di meta-dati aziendale in grado di supportare i processi di analisi, comprensione e fruizione delle fonti dati. Infine Event Hubs è il servizio che permette di trattare milioni di eventi al secondo e di analizzare considerevoli moli di dati prodotti da dispositivi ed applicazioni.

La seguente figura illustra una delle opzioni di storage dei dati disponibile su Azure, il Data Lake Store, all'interno del gruppo di servizi *Big Data Store*.



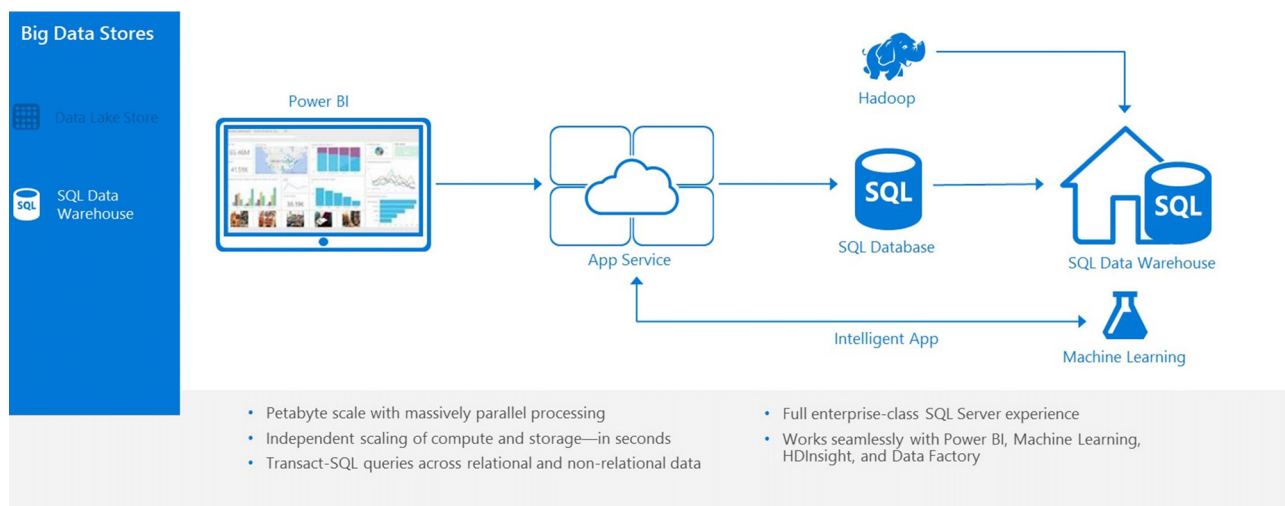
La conservazione dei dati, oltre che rispondere spesso volte ad esigenze normative, è anche condizione necessaria per poter creare uno storico su cui effettuare analisi. Questa esigenza si scontra però con vincoli di tipo economico, ovvero il costo di conservazione di grandi moli di dati, tecnologici, quali ad esempio schemi predefiniti, e organizzativi, per esempio la proliferazione di diversi data silos.

Il concetto di Data Lake, inteso come repository aziendale per conservare qualsiasi tipo di dato, permette di rispondere in modo efficace a queste sfide perché abilita l'analisi dei dati prima della definizione di requisiti e schemi.

Microsoft Azure Data Lake Store è un Hadoop file system compatibile con Hadoop Distributed File System (HDFS) e in grado di lavorare con l'ecosistema Hadoop. Data Lake Store è integrato con Azure Data Lake Analytics e con Azure HDInsight, e lo sarà a breve con altri servizio Microsoft, quali ad esempio Revolution-R Enterprise; con distribuzioni quali Hortonworks, Cloudera, e MapR; e con progetti Hadoop quali Spark, Storm, Flume, Sqoop, e Kafka.

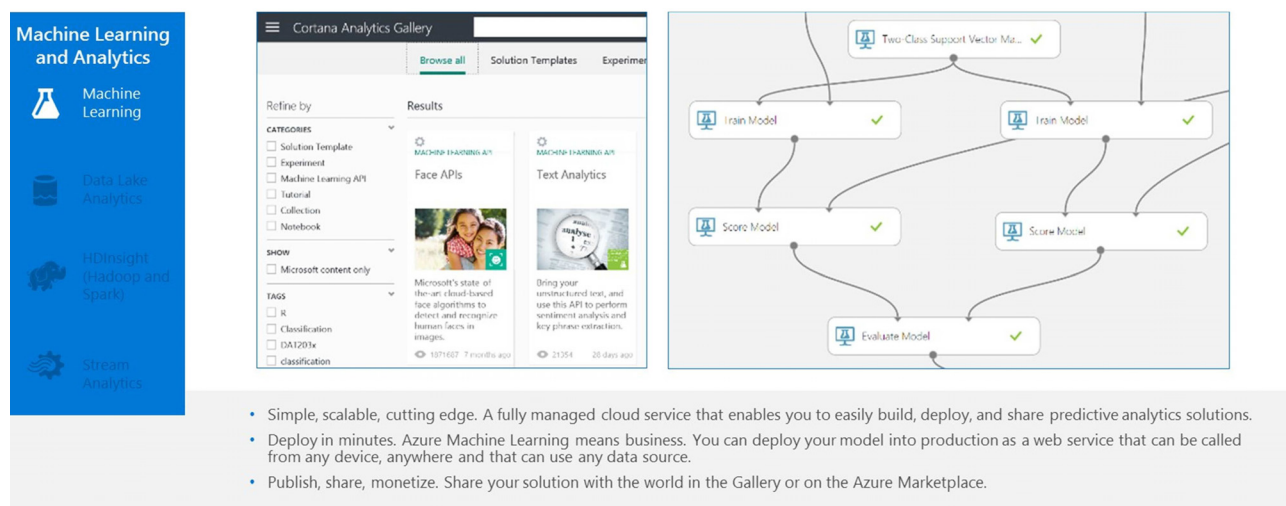
Data Lake Store è un data store open, sviluppato per gestire grandi volume di dati con una latenza estremamente bassa, al fine di rendere il processo di analisi rapido ed efficace, il tutto con una attenzione maniacale agli aspetti di sicurezza così da permettere la gestione anche dei workload più sensibili.

In alternativa, come illustrato nella figura che segue, Azure offre il servizio SQL Data Warehouse.



Storicamente i sistemi di data warehouse richiedevano combinazioni fisse di risorse storage e computazionali, risultando spesso economicamente poco convenienti. Oggi, con Azure SQL Data Warehouse, le risorse storage e computazionali scalano in modo indipendente, al fine di ottimizzare il rapporto prezzo / performance. SQL Data Warehouse utilizza l'architettura Microsoft MPP (massively parallel processing), così da imputare i costi per il time-to-insight, e non per l'hardware utilizzato, SQL Server in-memory columnstore indexes, e infine un ottimizzatore avanzato di query cost-based.

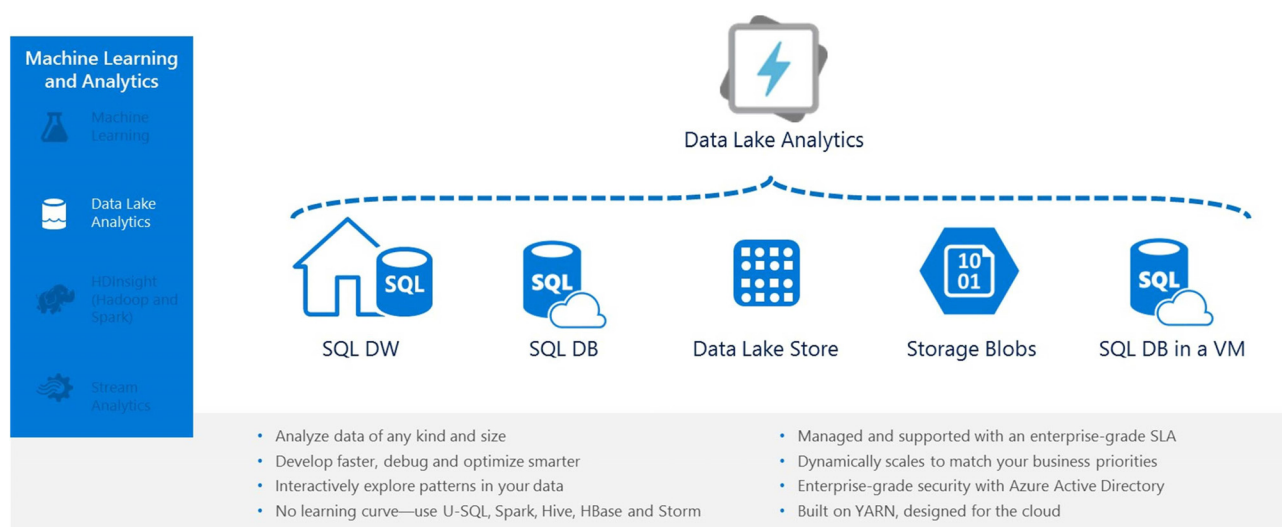
Ma è con i servizi di *Machine Learning and Analytics* che i dati vengono analizzati per essere trasformati in informazioni a valore aggiunto per l'organizzazione.



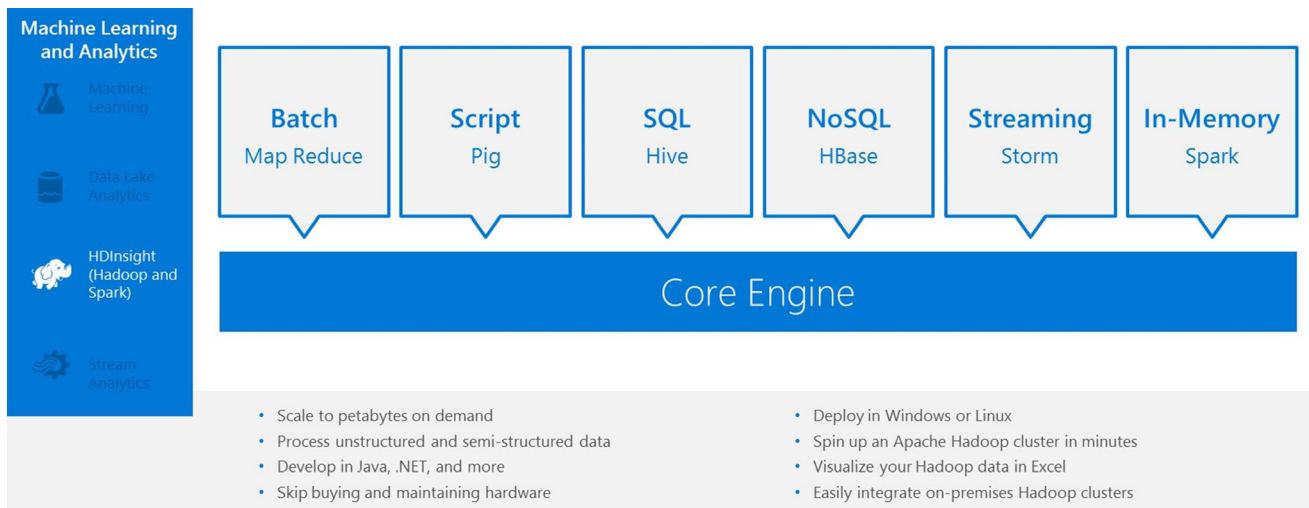
Azure Machine Learning è un servizio cloud gestito che permette all'organizzazione di costruire, rilasciare e condividere in modo estremamente intuitivo soluzioni di analisi predittiva. In pochi minuti il modello viene reso disponibile come web service richiamabile da qualsiasi dispositivo, in mobilità, e capace di sfruttare qualsiasi data source. La soluzione può anche essere resa disponibile ad utenti esterni all'organizzazione attraverso la sua pubblicazione su Azure Marketplace.

È proprio il servizio di Machine Learning ad essere attore principale dell'attività del laboratorio di ricerca Microsoft descritta al link seguente: [stories](#).

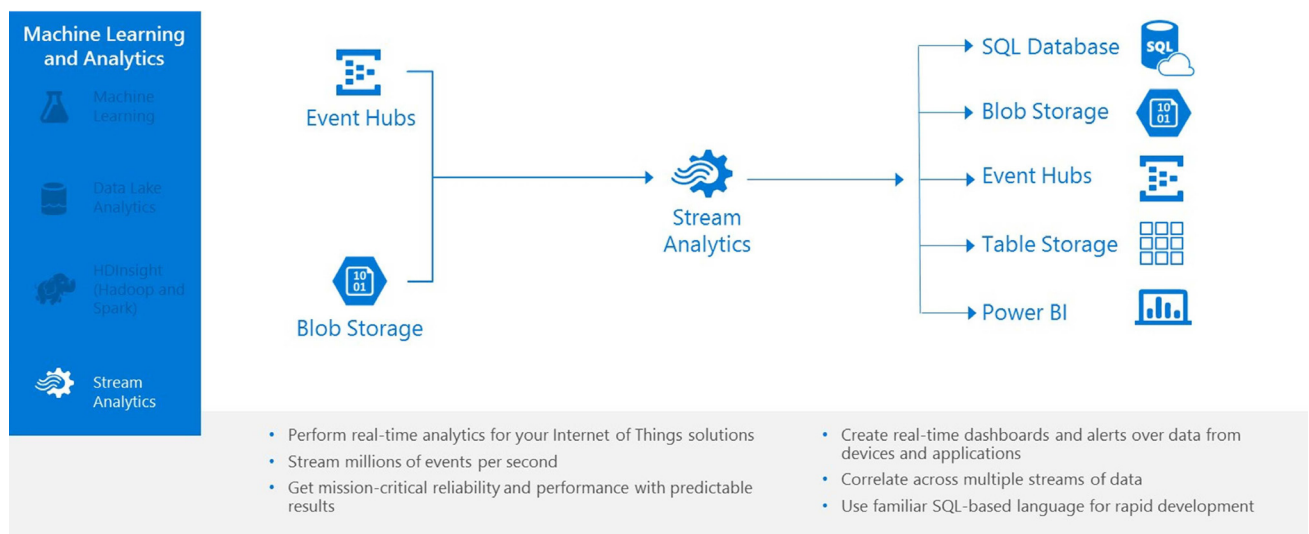
Azure Data Lake Analytics è un nuovo servizio che permette di gestire infrastrutture distribuite e codice molto complesso in modo semplice attraverso il provisioning dinamico di risorse e l'analisi di Exabyte di dati. Nel momento in cui l'attività si conclude, le risorse vengono automaticamente "spente" permettendo quindi all'organizzazione di pagare unicamente per il potere computazionale utilizzato. Poiché non è necessario riscrivere il codice al variare delle dimensioni dei dati conservati o del potere computazionale necessario, l'organizzazione può concentrarsi unicamente sulla business logic, demandando ad Azure il compito di gestire e conservare grandi dataset.



Il servizio Azure HDInsight è una distribuzione Apache Hadoop disponibile in cloud. Questo significa che può gestire qualsiasi volume di dati, scalando da terabyte a petabyte in base alla domanda, accelerando il numero di nodi in qualsiasi momento, poiché è un Apache Hadoop, HDInsight può processare dati strutturati e semi strutturati, quali ad esempio web clickstreams, social media, server logs, dispositivi e sensori, e così via. HDInsight ha un significativo numero di estensioni per diversi linguaggi, da C#, a Java, a .NET. Lo sviluppatore può quindi utilizzare il linguaggio di programmazione a lui più congeniale per creare, configurare, sottomettere, e monitorare i job Hadoop. Con HDInsight è possibile rilasciare Hadoop sul cloud senza dover acquisire nuovo hardware o sostenere costi up-front, portando praticamente a zero i tempi per l'installazione e il set up. Azure infatti si occupa di effettuare questi task e in pochi minuti il cluster viene reso disponibile. Poiché HDInsight è integrato con Excel, da Excel è possibile selezionare HDInsight come data source. Ma non è tutto. HDInsight è integrato anche con Hortonworks Data Platform, così da permettere in modo estremamente intuitive lo spostamento di dati Hadoop da un datacenter on-site al cloud Azure ad esempio per esigenze di backup, Dev/Test, ecc. Attraverso la Microsoft Analytics Platform System è possibile interrogare simultaneamente propri cluster, siano essi on-premise o cloud-based Hadoop. Infine Azure Stream Analytics



permette di sviluppare e rilasciare rapidamente soluzioni low-cost per ottenere informazioni a valore in tempo reale da dispositivi, sensori, infrastruttura, e applicazioni.



Viene largamente utilizzato in scenari di tipo Internet of Things (IoT), quali ad esempio la gestione remota in real-time piuttosto che il monitoraggio di dispositivi mobile.

Un esempio di utilizzo di questi servizi è riportato nella figura che segue. Aerocrine, un produttore di dispositivi medici per l'asma, grazie ai servizi cloud Azure Event Hubs e Stream Analytics, è in grado di raccogliere dati in tempo reale dai dispositivi in uso presso i pazienti, associati ai numeri seriali dei dispositivi e a fattori ambientali, analizzarli per identificare ad esempio in modo preventivo quei dispositivi che potrebbero presentare dei malfunzionamenti e conseguentemente allertare l'assistenza per una pronta sostituzione.

Business transformation

Asthma device manufacturer uses the cloud to improve data collection and in the process reshapes its business towards greater efficiency

Microsoft

Objectives

- Aerocrine produces devices that help monitor asthma for sufferers. The devices are sensitive to small changes in the ambient environment. It wanted to improve the effectiveness of the devices.

Tactics

- Implemented Azure to gather device data
- Developed an application to transmit data
- Used Azure Events Hub and Azure Stream Analytics for analysis

Results

- Collects near real-time telemetry data
- Discovers trigger points that affect devices
- Transforming business model with greater insight into device operation
- Ultimately aims to help physicians provide better levels of care

"With the Microsoft Azure solution, we are getting much deeper analysis into our devices. That means we can better identify the trigger points that are affecting device performance."

—Anders Murman, Chief Technology Officer, Aerocrine

Il pillar successivo è denominato *Intelligence*, e in esso ritroviamo tre servizi: Cognitive Services, Bot Framework and Cortana, frutto di anni di ricerca e sviluppo in Microsoft.

Questi servizi permettono alle organizzazioni di creare sistemi intelligenti e agenti capaci di accrescere le capacità dell'organizzazione stessa. Ad esempio, le organizzazioni possono interagire con i loro utenti in modalità nuove sfruttando la capacità dei servizi del gruppo Intelligence per comprendere le intenzioni dell'interlocutore attraverso l'analisi dell'espressione del viso, del tono della voce, così da formulare le risposte più appropriate e agire di conseguenza.

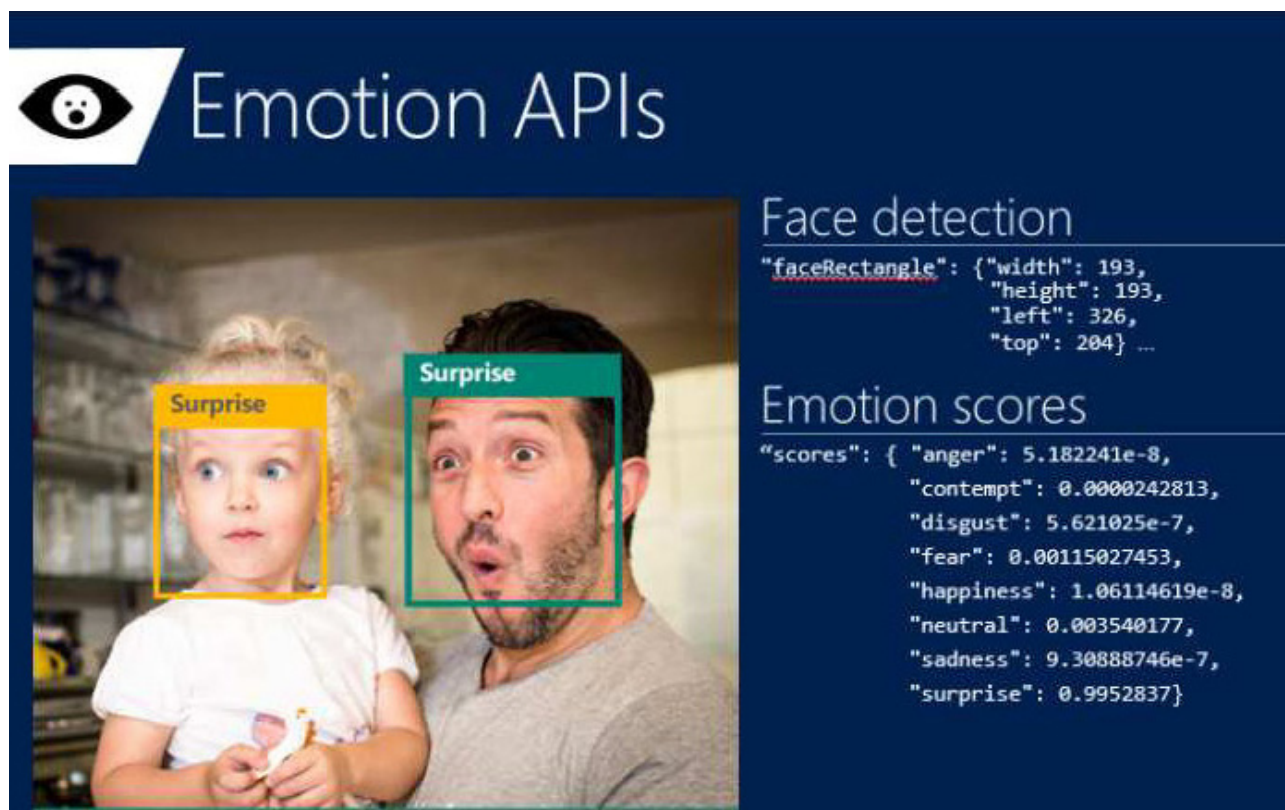
Microsoft Cognitive Services, un set di servizi cloud, API e SDK che permettono di creare sistemi intelligenti in grado di vedere, sentire, interpretare e comprendere ciò che accade, così da arricchire le applicazioni più tradizionali di nuove funzionalità. In aggiunta alle capacità visiva, uditiva, di comprensione del testo, e di

Intelligence	Vision	Speech	Language	Knowledge	Search
Cognitive Services	Computer Vision	Speaker Recognition	Text Analytics	Academic Knowledge	Bing Search API
Bot Framework	Face	Speech	Bing Speller	Entity Linking Service	Bing Image Search API
Cortana	Emotion	CRIS	Web Language Model	Knowledge Exploration Service	Bing Video Search API
	Video		Linguistic Analysis	Recommendations	Bing News Search API
			Language Understanding Intelligent Service		Bing Auto Suggest API

- Faces, images, emotion recognition and video intelligence
- Spoken language processing, speaker recognition, custom speech recognition
- Natural language processing, sentiment and topics analysis, spelling errors

- Complex tasks processing, knowledge exploration, intelligent recommendations
- Bing engine capabilities for Web, Autosuggest, Image, Video and News

riconoscimento facciale, i Cognitive Services permettono di comprendere le emozioni e di customizzare la comprensione del linguaggio, come illustrato nella figura seguente.



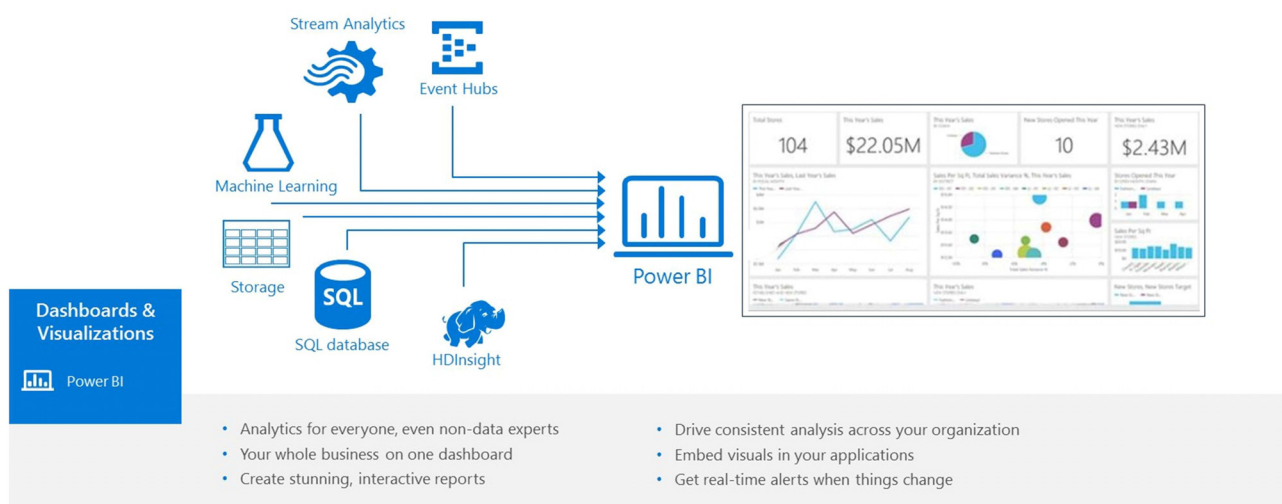
Microsoft Bot Framework è il servizio cloud che permette di creare agenti intelligenti, i cosiddetti Bot, per una interazione quanto più naturale possibile con gli utenti, siano essi interni o esterni all'organizzazione. I bot possono scambiare sms, email, ma anche effettuare chiamate Skype, usare Slack e molti altri servizi. Il Bot Framework mette a disposizione degli sviluppatori una portale e delle SDK per la creazione del proprio bot, un connettore per i bot per collegare il bot ai canali social quali ad esempio Twitter, Slack etc. e una bot directory per scoprire e riutilizzare bot già esistenti.

Un esempio di Bot sviluppato su tecnologia Microsoft può essere visionato al seguente link: <https://www.youtube.com/watch?v=KW4w4nqROG8&feature=share>.

La Suite Cortana Intelligence interagisce con Cortana, l'assistente digitale di Microsoft, che quindi permette all'utente di svolgere talune attività in modo più efficace sfruttando funzionalità quali il riconoscimento vocale, l'interazione in linguaggio naturale, l'analisi predittiva e avanzata.

Ovviamente tutto questo sarebbe inutile se non fosse possibile visualizzare in modo estremamente intuitive e rapido le informazioni ricavate dall'analisi di tutti i dati raccolti.

Ecco perchè Microsoft ha sviluppato la Power BI, una dashboard basata sul cloud che serve a visualizzare, esplorare, estrarre informazioni a valore aggiunto dai dati e condividerle in tempo reale con l'organizzazione.



La figura seguente illustra un caso particolarmente interessante di utilizzo della Suite Cortana Intelligence presso una struttura ospedaliera privata statunitense, il Dartmouth-Hitchcock.

Improve visibility and make accurate predictions

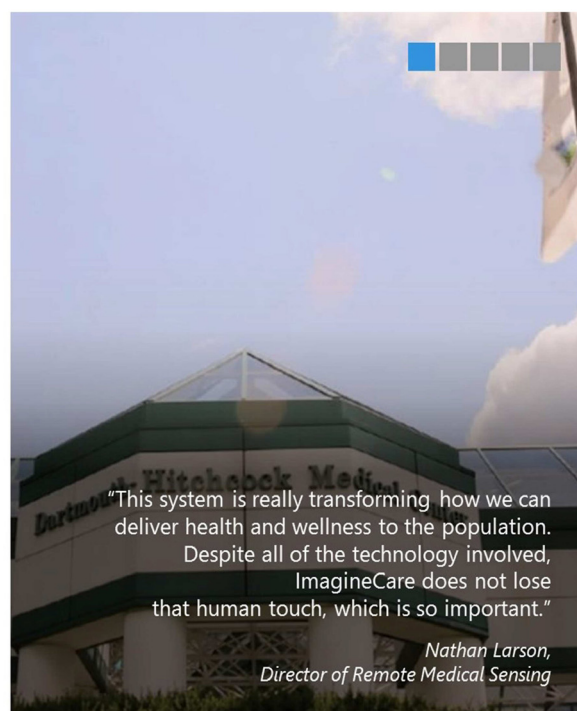
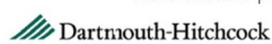
Dartmouth-Hitchcock revolutionizes personalized healthcare

Scenario Static treatment plans | Outdated, generic data

Solution ImagineCare collects and analyzes real-time and historical data from across devices and records, then surfaces metrics in clinical dashboards and mobile apps for a consumer-focused, personalized treatment plan.

Result

- Empowered, healthier patients with personalized, evidence-based treatment plans
- The ability to identify issues like heart attacks before they happen
- Millions of dollars saved in readmission costs, unnecessary ER and doctor visits, and less missed work
- Improved quality of life with 360° views of patient health
- More effective population health management



L'obiettivo della collaborazione tra Microsoft e il Dartmouth-Hitchcock Medical Center è quello di sviluppare la soluzione "ImagineCare" per il monitoraggio remoto e l'analisi predittiva utili a ridurre il tasso di ri-ammissione, che negli Stati Uniti si attesta sul 60%. Si passerà quindi da piani di cura statici basati su dati storici a percorsi di cura (care pathways) o piani di cura fortemente personalizzati.

ImagineCare mette in collegamento servizi cloud-based di machine learning e analisi avanzata con i dati che provengono in tempo reale dai dispositivi medici quali ad esempio lo sfigmomanometro, il pulsossimetro, o più semplicemente gli smart watch quali ad esempio il Microsoft Band, oltre alle informazioni storiche provenienti ad esempio dalle cartelle cliniche elettroniche.

Il risultato è un piano di cura dinamico e contestualizzato, basato sulla storia del singolo paziente e sul suo specifico profilo. Grazie a questa soluzione la struttura ospedaliera può operare in modo proattivo, monitorando i propri pazienti e, grazie ad una piattaforma di CRM, contattarli in caso di necessità, utilizzando il canale di preferenza del paziente stesso.

I benefici sono molteplici, tra cui:

- Empowerment del Cittadino/paziente: grazie ad una Migliore conoscenza del proprio stato di salute, il paziente è in grado di essere un attore fondamentale nel proprio processo di cura
- Riduzione dei costi di ri-ammissione: grazie al costante monitoraggio e alle capacità predittive, la struttura ospedaliera è in grado di intervenire tempestivamente in caso di possibili peggioramenti per evitare la ri-ammissione del paziente

Medicina personalizzata: grazie alla lettura in tempo reale dei dati provenienti dai dispositivi e sensori in dotazione al paziente, i medici sono in grado di modificare dinamicamente il piano di cura secondo le esigenze del paziente.

3.3.2 — L'armonizzazione dei dati in Sanità

L'armonizzazione dei dati sanitari ha rappresentato un obiettivo cardine degli investimenti Progettuali dell'Unione Europea, da sempre sensibile al problema dell'interoperabilità dei dati delle Pubbliche Amministrazioni. Già nel lontano 2007, infatti, la Direttiva INSPIRE (2007/2/CE) stabiliva principi e regole per lo scambio di dati geografici attraverso servizi web interoperabili tra le Pubbliche Amministrazioni europee. Tra queste regole, sono da ritenersi basilari sono quelle relative alla semantica dei dati geografici, gli open data, lo scambio di dati e servizi ambientali, la gestione dei diritti d'autore, le licenze digitali a lettura automatizzata e alcuni progetti e/o iniziative europee.

Nell'ambito dei progetti finanziati dal 7° programma quadro (FP7), prima e da Horizon 2020 (H2020) poi, l'Unione Europea ha compiuto un notevole sforzo economico per arrivare ad una soluzione delle problematiche della semantica e dell'armonizzazione dei dati in sanità.

3.3.2.1 — Progetti europei di armonizzazione semantica in sanità

Linked2Safety

È un progetto FP7 della durata di 36 mesi che, tra i vari obiettivi, si prefigge di:

- Sviluppare una **Linked2Safety Reference Architecture** che consenta, nell'ambito della progettazione e svolgimento dei Trials Clinici, il riuso di risorse "semantically-interlinked" ed interoperabili di dati clinici e che promuova in modo proattivo la sicurezza del paziente e la selezione mirata di pazienti;
- Predisporre un **Linked2Safety Data Privacy Framework** innovativo che garantisca la compliance con la legislazione Europea e nazionale, con particolare attenzione alla pubblicazione, accesso e riuso dei dati personali e clinici del paziente;
- Sviluppare una **Linked2Safety Platform** scalabile, modulare ed estendibile che consenta agli esperti delle aziende farmaceutiche, ai professionisti sanitari ed ai pazienti di disporre di un accesso omogeneo ed efficiente al grande patrimonio di dati clinici contenuti nei Fascicoli Sanitari di tutta l'Europa, fornendo al tempo stesso indirizzi sulla progettazione di Trials clinici ed un miglioramento della sicurezza del paziente stesso.
- Progettare un **Linked2Safety Semantic EHR Model** che rappresenti il modello ontologico di riferimento e la pietra miliare per l'annotazione semantica, la condivisione e l'allineamento dei FSE con i vocabolari e

le risorse mediche globalmente disponibili, rendendo possibile il delivery di informazioni “machine interpretable” per quanto riguarda la loro struttura ed il loro contenuto.

Trillium Bridge - Bridging Patient Summaries across the Atlantic

Il Progetto **Trillium Bridge** prevede la creazione di un ponte di interoperabilità semantica tra i progetti europei riguardanti i Patient Summaries (EpSOS) ed il progetto statunitense “*Meaningful Use II*”. Il progetto permetterà un pari beneficio per i pazienti europei e quelli statunitensi, grazie all’avanzamento dell’innovazione nel campo dell’eHealth favorendo il connubio tra qualità dell’offerta sanitaria, sostenibilità e crescita economica.

TRANSFoRm

Il progetto **TRANSFoRm** 2010-15 punta a sviluppare, governare e valutare una architettura informativa europea per un Learning Health System (LHS). **TRANSFoRm** ha come obiettivo lo sviluppo di una tecnologia “core” condivisa e finalizzata alla mediazione semantic dei dati di ricerca e di gestione clinica raccolti direttamente nel “point of care”, la successiva presentazione del workflow di ricerca clinica e la definizione delle regole di predizione clinica per giungere alla diagnosi.

RICORDO

Il progetto **RICORDO** è focalizzato sullo studio e progettazione di un framework ontologico multiscala a supporto della comunità del progetto Virtual Physiological Human (VPH) finalizzato al miglioramento dell’interoperabilità tra le risorse di Dato e di Modellazione. Per giungere a questo risultato punterà a basarsi direttamente sulle esperienze condivise e sulle raccomandazioni pubblicate nell’ambito della Rete di Eccellenza del VPH e delle iniziative ELIXIR.

RICORDO raggruppa un notevole numero di database disponibili presso l’European Bioinformatics Institute (ArrayExpress, Reactome, BioModels, Ensembl, UniProt, ChEBI) assieme a strumenti, metodi ed indicazioni provenienti dai seguenti istituti:

- Centre for Biological Sequences (Denmark)
- Edinburgh Mouse Atlas (UK)
- Biomedical Informatics Systems Engineering Laboratory at Heriot-Watt University (UK)
- University of Cambridge (UK)
- Auckland Bioengineering Institute at the University of Auckland (New Zealand)
- Universitat Pompeu Fabra (Spain)
- University of Washington (USA)
- EuHeart project
- IUPS Physiome project
- OBO Foundry
- Institute of Genetics & Molecular Medicine (UK)

3.4 — Analytics

3.4.1 — Le principali Analytics Marketing in Sanità (Big Data Analytics: impatti strategici e organizzativi per le imprese)

3.4.1.1 — Big Data Analytics in Sanità: una prospettiva di marketing

In mercati sempre più caratterizzati da volatilità, variabilità e ipercompetitività, che richiedono da parte degli attori che in essi operano, flessibilità e semplificazione dei processi per vivere (e sempre più spesso, sopravvivere), un tema che prepotentemente si sta facendo spazio tra i tavoli presidiati dai *decision maker* aziendali è l'accesso e la corretta gestione di un'ingente mole di informazioni e dati e il governo degli stessi a supporto dei processi di business, organizzativi e di marketing. Siamo nell'epoca dei Big Data, "*grandi volumi di dati ad alta velocità, complessità e variabilità che richiedono tecniche e tecnologie avanzate per la raccolta, l'immagazzinamento, la distribuzione, la gestione e l'analisi dell'informazione*" (Rapporto del Congresso USA, 2012). È evidente che il settore sanitario sia tra quelli maggiormente investiti dal tema dei Big Data per la molteplicità di informazioni che potrebbero, correlate ai dati più specificatamente clinico-sanitari, rivoluzionare il concetto di salute e "presa in carico" del cittadino (si faccia riferimento ad esempio ai dati relativi il suo comportamento sul web). Altrettanto evidente è che i dati sanitari spesso soffrano di frammentazione e incompletezza a causa di sistemi informativi ospedalieri aziendali spesso autoreferenziali e de-localizzati.

La tecnologia oggi offre alle organizzazioni numerose soluzioni affinché questi dati vengano esaminati, analizzati e trasformati in informazione e conoscenza fruibile ad ogni livello dell'organizzazione. È in questo scenario che si introduce il concetto di Big Data Analytics.

L'analytics, una delle tecnologie introdotte dall'avvento dei Big Data, utilizza metodi statistici avanzati, tecniche di intelligenza artificiale e di *machine learning* per individuare ed estrarre eventuali correlazioni dai dati, costruire modelli e generare nuove scoperte e conoscenze.

L'Analytics è inoltre in grado di trattare dati strutturati e non; nel settore sanitario questo è un elemento di grande interesse poiché circa l'80% delle azioni cliniche-sanitarie si traducono in note mediche, grafici, immagini e report scritti, spesso in formato pdf.

Tra i vantaggi che apporterebbe l'applicazione di questa tecnologia in sanità vi è anzitutto la possibilità di dare origine a classificazioni più sofisticate dei pazienti, non basate esclusivamente su variabili demografiche quali età, sesso o stile di vita ma anche su rilevanti caratteristiche mediche e cliniche correlate a determinate patologie, condizioni mediche, predisposizioni genetiche e probabilità di risposta terapeutica.

Grazie alle loro potenzialità, quindi, oltre che rappresentare una svolta nel campo medico perché a supporto delle decisioni critiche in ambito clinico, i Big Data Analytics potrebbero apportare una serie di vantaggi anche in ambito gestionale e organizzativo aziendale per semplificare e ridurre il livello di sofisticazione dei processi e determinare un'evoluzione virtuosa delle attività produttive ed erogative. Le maggiori opportunità però riguarderebbero i cittadini che riceverebbero percorsi di cura personalizzati e qualitativamente migliori (si pensi in particolare alla gestione dei malati cronici); ciò potenzialmente non solo incrementerebbe i livelli di *customer satisfaction* e di qualità percepita, ma comporterebbe inoltre una sostanziale riduzione degli sprechi e dei costi per il cittadino e l'azienda sanitaria.

Saranno quindi le scelte legate alla gestione dei flussi informativi e alla "logistica delle informazioni" le determinanti che definiranno i nuovi confini della catena del valore aziendale e settoriale.

3.4.1.2 — Big Data Analytics in Sanità: una prospettiva di marketing

Il notevole e generalizzato incremento della disponibilità di informazioni, conoscenza ed esperienza ha permesso una maturazione del ruolo del cittadino da ricevente più o meno passivo dell'offerta ad attore com-

partecipe e sempre più attivo nel processo di generazione del valore. (Caccia, 2008). Questa trasformazione ha accresciuto la stessa capacità di analisi del cittadino e sollecitato, anche a causa della difficoltà di accesso in termini economici alle cure, una maggiore attenzione al *value for money* (in questa prospettiva si può ben comprendere le motivazioni del successo del recente fenomeno della sanità *low cost*) e alla sua più appropriata e attuale definizione di *value for me* (Fiocca, 2014).

La maggiore capacità di analisi, confronto, unitamente all'incremento della sensibilità al rapporto benefici/sacrifici sono le nuove caratteristiche del cittadino-paziente. Il cittadino richiede un'attenzione maggiore alle proprie esigenze (*value for me*) e ai propri valori sociali (*value for all*).

Le nuove tecnologie hanno permesso al cittadino-paziente di relazionarsi diversamente, rispetto al passato, al mondo medico, clinico e sanitario. Ci si trova di fronte ad un cittadino-paziente "evoluto" già informato delle cause dei sintomi, delle strutture migliori dove farsi visitare, dove effettuare le analisi di routine o specialistiche, degli impatti della patologia sui suoi stili di vita e viceversa. La ricerca di informazioni del cittadino-paziente "evoluto" non fa altro che incrementare il complesso di dati sulla salute e sullo stile di vita dello stesso e alimentare il più vasto ecosistema dei Big Data.

Se da un lato quindi ci si trova un paziente "evoluto" dall'altro i Big Data Analytics offrono l'opportunità alle organizzazioni sanitarie non solo di comprendere, ma addirittura anticipare (predire) le esigenze e le aspettative del cittadino e adattare i propri servizi in modo da poter "sempre" risolvere il "problema" che quest'ultimo pone.

Approcciare ai Big Data significherebbe poter offrire al cittadino-paziente percorsi clinico-sanitari studiati ad hoc (coerentemente con il nuovo paradigma della *value for me*) e soluzioni erogate "ad personam" e offerte nel luogo, nel tempo e nei modi richiesti dal cliente lungo una traiettoria di forte dinamicità.

Ciò dovrebbe suscitare non poco interesse soprattutto a livello nazionale dove la domanda e la spesa per la gestione clinica-sanitaria dei malati cronici è diventata sempre più alta. Si prenda ad esempio il caso della regione Lombardia: nel 2013 il rapporto tra la spesa sanitaria procapite di un paziente non cronico e la spesa pro-capite di un paziente con 4 patologie croniche è stata di 1/21,5; per un paziente con 3 patologie lo stesso rapporto è di circa 1/12, per due patologie è di 1/7,3, per una patologia di ¼. Nel corso del tempo la spesa totale della Regione per le malattie croniche risulta aumentata dal 2005 al 2013 del 36% ("Indirizzi per la presa in carico della cronicità e della fragilità in Regione Lombardia 2016-2018")⁴.

Questo fenomeno deriva da un'applicazione dei processi legati ai PDTA ancora limitata: questi infatti sono gestiti come processi erogativi non unitari.

Negli ultimi anni la crescente attenzione al ruolo dei flussi informativi è stata fortemente catalizzata dallo sviluppo dei modelli per la gestione delle cronicità, che hanno rafforzato alcune potenzialità di utilizzo dei database e consolidamento delle fonti informative verso obiettivi prima sottostimati, tra cui: il monitoraggio delle prestazioni e la valutazione dei risultati, l'analisi strutturata della domanda, la valorizzazione integrata per percorsi di cura attraverso algoritmi e tecniche di record *linkage*, la costruzione di cartelle sanitarie elettroniche, nonché l'integrazione di informazioni eterogenee, raccolte da più erogatori.

Il recente dibattito intorno al *Population Health Management* (PHM) nato in USA e che sta oggi rinvigorendo quello preesistente sugli *Integrated care Pathway* (che riprende il dibattito sulla gestione dei PDTA) sottolinea

⁴ Ministero della Salute, Piano Nazionale della Cronicità, 15 Febbraio 2016 (http://www.sanita24.ilsole24ore.com/pdf2010/Editrice/ILSOLE24ORE/QUOTIDIANO_SANITA/Online/_Oggetti_Correlati/Documenti/2016/05/18/PIANO_CRONICITA.pdf?uuid=ADS5Dwj).

come gli strumenti informativi non possano essere utilizzati come meri strumenti di monitoraggio, ma esigano piuttosto dei processi di integrazione strutturale e coerente nei sistemi di gestione e nei modelli organizzativi di presa in carico.

Il PHM si declina intorno a tre obiettivi, c.d. “triple aim”, saldamente interdipendenti (Berwick et al, 2008):

- migliorare la salute della popolazione
- migliorare l’esperienza individuale e la qualità delle cure
- ridurre la spesa pro capite

ed elenca tra gli elementi distintivi del suo approccio proprio l’utilizzo dei Big Data Analytics. in questo quadro il termine “big data” individua la molteplicità ed eterogeneità di informazioni oggi reperibili che potrebbero costituire un vantaggio in termini di efficienza ed efficacia nella gestione dei sistemi sanitari, proprio nell’ottica del *triple aim*. Raghupathi e Ragupathi (2014) segnalano fino a otto aree di sviluppo strategico in questa direzione, a partire dalla profilazione della popolazione (*profile analytic*) e dalla medicina personalizzata anche nella prevenzione primaria, fino allo sviluppo dell’epidemiologia traslazionale, passando per la realizzazione di flussi specifici per la gestione delle operations e l’analisi delle pratiche rispetto all’EBM – Evidence Base Medicine (Rapporto OASI, 2015).

L’obiettivo principale dell’utilizzo dei Big Data in Sanità è dunque quello di tracciare una “mappa sanitaria” (storia clinica) completa di ogni paziente e sapere in un determinato lasso di tempo quali saranno presumibilmente le prestazioni sanitarie e i farmaci di cui la popolazione avrà bisogno. Ciò permetterebbe di adeguare i servizi al reale e concreto bisogno del cittadino-paziente con un notevole taglio agli sprechi sanitari⁵.

3.4.1.3 — La *Customer Satisfaction* in Sanità

Tale approccio fino ad ora descritto tende sostanzialmente a rovesciare il rapporto assistenziale terapeutico: il “cittadino” non può più essere considerato solo come il destinatario di interventi scelti dall’organizzazione sociosanitaria ma persona (già informata) cui l’organizzazione fornisce informazioni più dettagliate, suggerisce indicazioni comportamentali specifiche in termini di educazione sanitaria e prevenzione, garantisce opportunità che gli consentono di scegliere opzioni conformi ai propri stili di vita (Caccia, 2008).

Come sottolineato da Fillingham il paziente riceve cure da vari attori appartenenti a reparti diversi ma con una visione parziale del percorso: è solo il paziente ad avere l’intera visione del processo. È la natura stessa di tale organizzazione che aumenta la difficoltà di coordinamento ed inevitabilmente porta ad inefficienze e solo abbandonando i canoni organizzativi classici e ponendo il paziente al centro per analizzare il processo di cura in modo trasversale si può assicurare il miglior risultato qualitativo al minor costo (Fillingham, 2011). Ciò che avviene nell’interazione paziente-cittadino e organizzazione sanitaria avrà ovviamente un impatto sui livelli di customer satisfaction del cittadino.

La customer satisfaction, infatti, è profondamente influenzata dalle percezioni relative la qualità del servizio erogato, risultante da una dimensione tecnica del servizio specifico erogato (il “che cosa” è erogato) e una dimensione funzionale o di processo (il “come” il servizio è erogato) – Fig. 1 – (Gronroos, 1994). Di conseguenza le aziende di servizi sono chiamate a presidiare contemporaneamente entrambe le dimensioni dato che dall’insieme di queste dipende la percezione del valore del servizio erogato e in ultima analisi l’immagine dell’azienda stessa.

⁵ QuiFinanza, Sanità: la rivoluzione della medicina con i big data, 22 Febbraio 2016 (http://quifinanza.it/soldi/sanita-la-rivoluzione-della-medicina-con-i-big-data/56317/?refresh_ce).

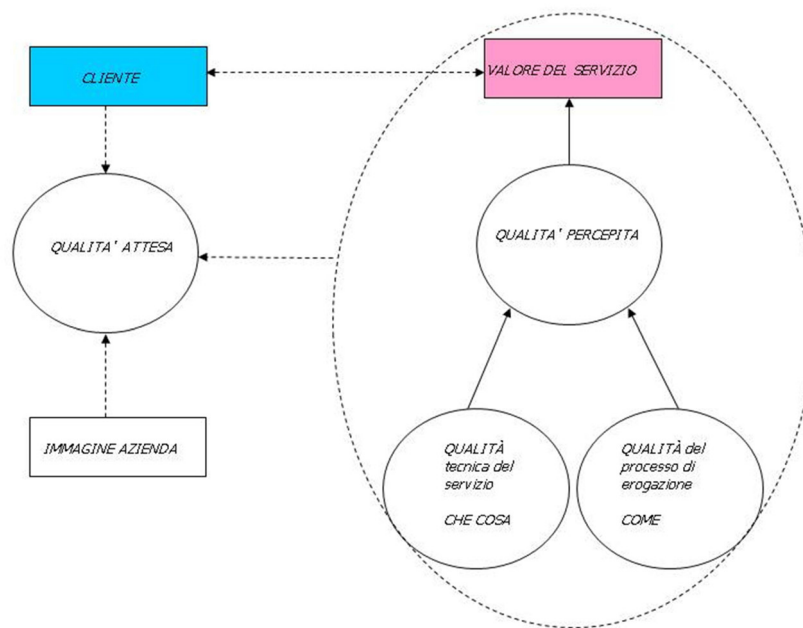


Figura 33 - Rappresentazione del processo di creazione del valore

Dall'ultimo rapporto annuale ISTAT (Rapporto annuale ISTAT, 2015) emerge che circa il 71,5% dei cittadini a fronte di una elevata soddisfazione sulle prestazioni ricevute dal SSN (con un punteggio di circa 8/10) dichiara dei bisogni sanitari insoddisfatti perché i trattamenti sono troppo costosi o perché vi sono liste di attesa troppo lunghe. Secondo le rilevazioni ISTAT, il fenomeno tocca 7,5 intervistati su 100 con riferimento alle visite specialistiche e 4,7 su 100 con riferimento agli accertamenti; al Sud, tali valori salgono, rispettivamente a 10,5 e 6,9 su 100 intervistati; tra le persone che dichiarano difficoltà economiche, a 12,1 e 7,8 su 100 intervistati. Oltre al tema legato alla qualità dei servizi offerti, un tema che merita altrettanto attenzione è legato all'equità di accesso alle cure, strettamente correlato alla riorganizzazione dei servizi sanitari, al razionamento degli stessi e alla riduzione degli sprechi a favore di una progressiva riduzione di costi per accedere.

3.4.1.4 — I processi di trasformazione organizzativa in sanità: analisi della Supply Chain aziendale

Il profondo e rilevante processo di trasformazione istituzionale e organizzativo che ha e sta attraversando quasi tutto il SSN è prevalentemente orientato verso tre filoni:

- Un ri-accorpamento istituzionale tra aziende ospedaliere e aziende USL in un'unica azienda integrata nella speranza che questo possa favorire processi di integrazione tra ospedale e territorio; ciò è previsto in Valle D'Aosta, in Friuli Venezia Giulia, provincia autonoma di Trento, provincia autonoma di Bolzano, nelle Marche e in Sardegna;
- Un accorpamento di aziende per ottenere dimensioni rilevanti; come nel caso della fusione delle aziende sanitarie del Veneto (da 21 a 7) e la costituzione della ASL Zero cui sono delegati tutti i servizi no core delle preesistenti aziende sanitarie; degli accorpamenti delle ASL e Aziende Ospedaliere in Lombardia; del lento processo di costruzione delle 4 AUSL in Emilia-Romagna; della creazione di solo 3 ASL in Toscana; dell'annunciata riduzione a sole 3 ASL (forse 1) in Umbria, a sole 6 ASL in Lazio e alla trasformazione in ASL provinciali in Calabria, Puglia e Sicilia;
- La creazione di forti agenzie regionali per la centralizzazione degli acquisti: ARCA e agenzia dei controlli

per la Lombardia, ESTAR unica in Toscana, Azienda Zero in Veneto, Agenzia per la centralizzazione in Friuli Venezia Giulia, ecc. (Rapporto OASI, 2015) scelta peraltro divenuta obbligatoria a seguito dell'entrata in vigore del nuovo Codice degli Appalti.

È chiaro che in queste dinamiche di "concentrazione" e "integrazione" tra le organizzazioni sanitarie l'informazione gioca un ruolo chiave. Infatti, gli "attori" che nasceranno da questi processi non possono prescindere dall'utilizzo di sistemi informativi che garantiscano da un lato la copertura quali-quantitativa dei bisogni del mercato e dall'altro elevati livelli generali di customer satisfaction del cittadino.

Un utilizzo strategico dell'informazione, così come sopra esposto, non può dunque prescindere dall'utilizzo di sistemi di Big Data Analytics in grado di predire gli scenari competitivi e decisionali e contestualmente individuare le operazioni di supply chain in grado di creare valore per l'azienda, che le permettano di difendere e conservare il proprio vantaggio competitivo e quindi la propria eccellenza e posizione nell'ambiente di riferimento.

Individuare correttamente i processi che creano valore significa anche eliminare gli sprechi, rendere più fluidi i processi e la fruizione dei servizi sanitari e, di conseguenza, renderli più economici.

Se generalmente si può considerare che in una struttura sanitaria il valore del servizio offerto risiede nel fornire le giuste cure per la risoluzione dei problemi del paziente, in tempi brevi e di totale sicurezza, il suo vantaggio competitivo risiede oggi nella capacità del management aziendale di ridurre i tempi decisionali e intervenire efficacemente sui processi, sulla base di informazioni corrette e valutazione di diversi scenari.

La ricchezza di informazioni diventa, oggi più che mai, una risorsa che va capitalizzata per migliorare i processi, l'efficienza dei servizi ed eliminare gli sprechi.

La catena del valore, come originariamente concepita da Porter, deve quindi sovrapporsi alla catena del valore virtuale indotta dalle nuove tecnologie per generare una matrice del valore complessiva dell'azienda.

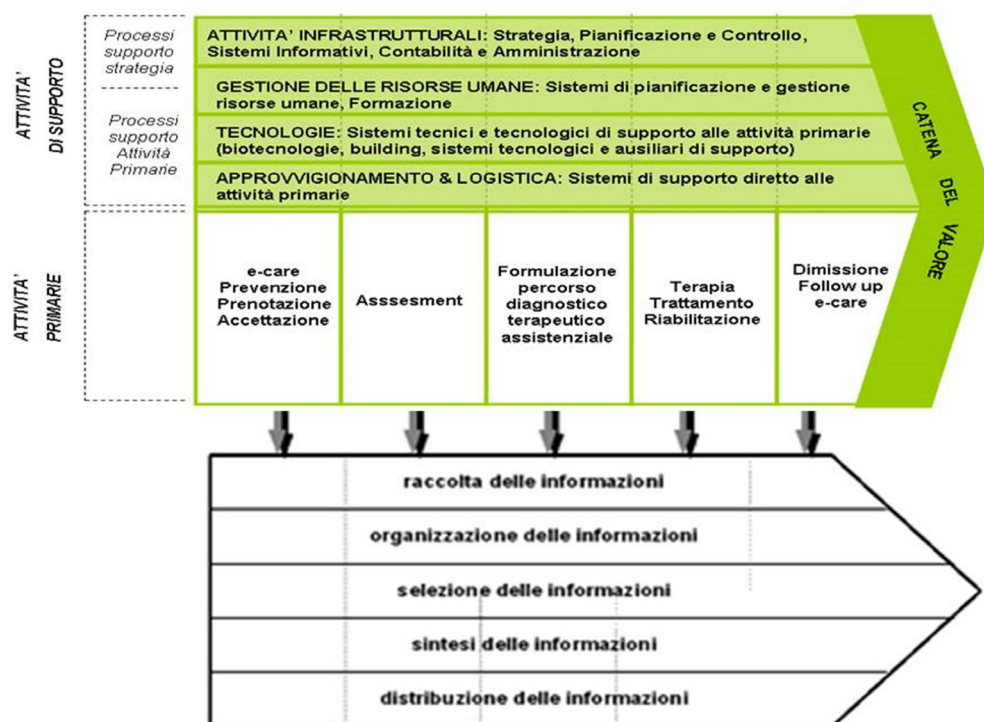


Figura 34 - Catena del valore complessiva

La Big Data Analytics potrebbe migliorare l'efficienza dei processi dislocati lungo la catena del valore del settore sanitario, individuare risposte più precise e promuovere un migliore allineamento tra investimenti effettuati e risultati previsti. Secondo una ricerca condotta da Net App le tecnologie legate ai Big Data potranno condurre a un risparmio della spesa sanitaria globale stimabile in 450 miliardi di dollari annui⁶.

Da quanto esposto, risultano evidenti gli innumerevoli vantaggi che l'applicazione dei Big Data Analytics in sanità potrebbe apportare sia lato azienda sanitaria che cittadino-paziente.

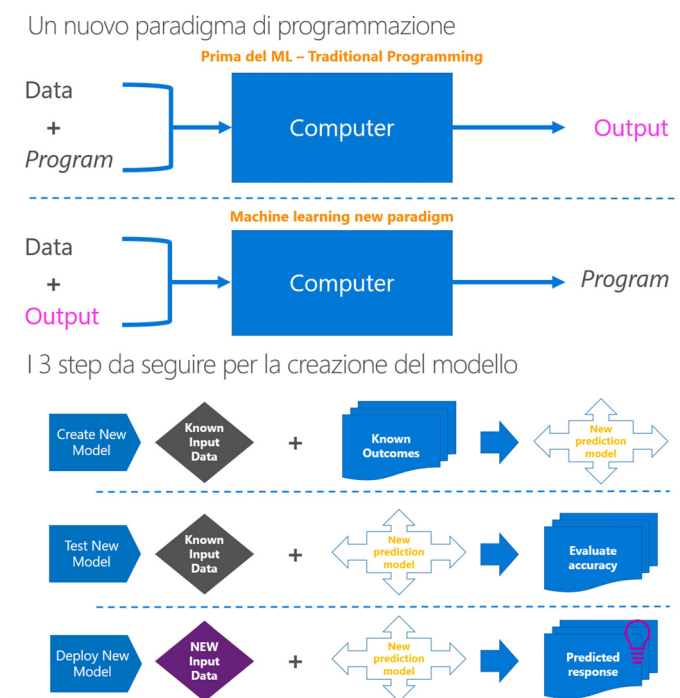
Di seguito si vuole semplificare quanto fin ora esposto, riassumendo i principali benefici apportati dall'utilizzo di tecnologie per l'analisi dei Big Data in Sanità.

- Miglioramento della performance organizzativa attraverso la diffusione di informazioni più efficaci all'interno dell'organizzazione (ricostruzione e mappatura degli eventi ospedalieri per individuare gli sprechi e ottimizzare i processi);
- Riduzione dei tempi legati ai processi decisionali (clinico/amministrativi) critici tramite un abbassamento del costo dell'analisi qualitativa dell'informazione;
- Customization therapy: disposizione di una mappa sanitaria (storia clinica) del paziente che permetta sviluppo di piani terapeutici personalizzati e miglioramento del percorso di cura (il prossimo passo è far confluire anche i dati che il paziente comunica attraverso i social per svolgere analisi comportamentali del paziente e predire comportamenti devianti);
- Miglioramento dell'efficacia delle cure mediche, analisi predittive, incentivazione ad una maggiore prevenzione grazie alla correlazioni di dati clinici, ambientali, stili di vita.

3.4.2 — Il modello predittivo

Attraverso algoritmi di Machine Learning, si possono abilitare analisi avanzate (anche in real time) con scopi di diagnosi predittiva e di clustering avanzato.

L'implementazione di tali modelli funziona secondo il seguente schema:



⁶ Redazione NetApp, 2015 (<http://www.netapp.com/us/media/usps-infographic-fnl.pdf>)

Come spiegato nell'immagine, per creare il modello predittivo si parte dallo storico dei dati, di cui si conosce già il parametro che si vuole predire, e si crea il modello predittivo con l'algoritmo più appropriato (che si tratti di supervised learning o di unsupervised learning, ovvero i due tipi di approcci di machine learning, a seconda che si abbia a che fare con dati conosciuti con label descrittivi oppure che si faccia discovery attraverso un enorme dataset).

Una volta scelto l'algoritmo, si passa a testare il modello, dividendo il dataset storico in due parti: una parte faremo finta di non conoscerla in maniera da utilizzare i dati come se fossero nuovi di input, e valutare quindi la risposta predittiva del modello su outcome già conosciuti, partendo dallo storico che compone l'altra metà del dataset.

Quando raggiunto un accettabile livello di accuratezza, possiamo procedere al rilascio del modello e all'accettazione di nuovi dati.

Aspetto fondamentale da considerare è che la macchina impara in maniera itinerante dai nuovi dati che vengono sottoposti come input, per cui "riallenando" il modello questo diventerà sempre più accurato nelle predizioni.

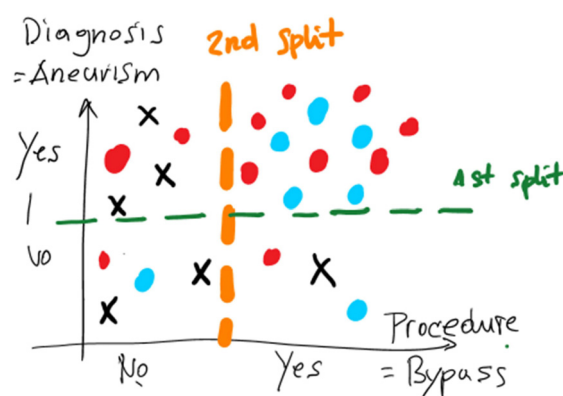
La differenza in questa tecnologia la fa proprio la quantità di dati che si ha a disposizione: non è l'algoritmo migliore ma il dataset più grande che permette uno sviluppo accurato delle predizioni.

Ovviamente se non si ha attualmente una grossa base dati storica da poter utilizzare, si può pensare una roadmap evolutiva per abilitare la collezione dei dati e l'allenamento del modello.

Gli ambiti di applicazione in sanità sono molteplici e dal forte impatto economico e sulla salute dei pazienti. Citiamo ad esempio:

- Heart disease prediction
- Diagnosi di malattie croniche
- Probabilità di successo di un intervento specifico
- Calcolo della probabilità di riammissione non pianificata di pazienti dimessi

Immaginiamoci anche algoritmi di clustering (utilizzati molto in ambito marketing per segmentare la clientela) attraverso il supervised learning. In particolare, il K-Mean è un algoritmo che fa discovery su un dataset per ricercare in automatico classi e gruppi simili, analizzandone le caratteristiche (altezza, patologia, stile di vita). In questa maniera si possono ottenere gruppi di pazienti che potrebbero rispondere meglio o peggio ad un certo trattamento.



Questi strumenti sono di significativo aiuto ai medici e all'amministrazione di ospedali ed ASL, che possono avere un assistente virtuale atto a ridurre drasticamente l'errore umano ed i costi sanitari.

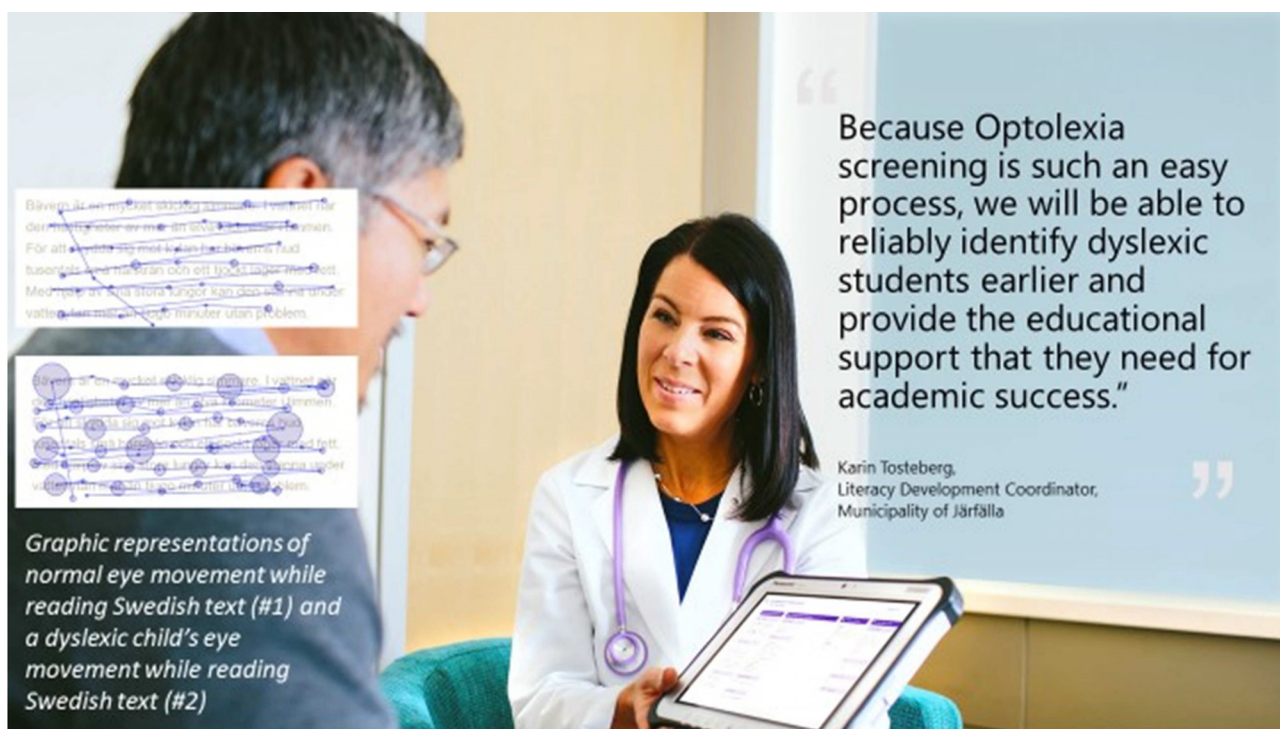
3.4.3 — Il modello predittivo

Attraverso strumenti cognitivi, si possono effettuare analisi diagnostiche predittive in real time utilizzando immagini, suoni, testi e dati storici. Dietro a questi strumenti vi è sempre una intelligenza artificiale costituita da modelli di machine learning.

Esempi di applicazione possono essere legati all'analisi di foto di volti dei pazienti, di immagini radiologiche e non, di suoni legati a tosse, voce o altri sintomi dei pazienti, e scansione del testo delle cartelle cliniche dello stesso per individuare automaticamente parole chiave importanti.

Il pattern riconoscitivo viene analizzato in real time dal modello che generalmente, visto la dimensione dei dati analizzata, richiede una scalabilità di performance tipica di ambienti cloud. Tale tecnologia rappresenta una rivoluzione nella diagnosi, immaginando anche le possibilità che si avrebbero nella raccolta di un dataset globale dove, con il contributo di tutti gli ospedali, si avrebbe uno storico di condizioni di pazienti e diagnosi tale da avere una accuratezza molto alta ed una riduzione drastica dell'errore umano, il tutto abilitato dalla trasformazione digitale e dall'intelligenza artificiale. Un esempio di applicazione del Machine Learning al processo di diagnosi di una patologia è il caso Optolexia.

Optolexia è una società fondata da alcuni ricercatori del Karolinska Institute di Stoccolma, che ha sviluppato uno strumento per lo screening della dislessia nei bambini. Attraverso l'analisi del movimento degli occhi dei bambini mentre leggono un testo e il confronto con un significativo storico, gli operatori sono in grado di identificare prontamente i bambini che potrebbero essere affetti da dislessia e ridurre così drasticamente i tempi di diagnosi e conseguente presa in carico.



Math2Ward

Digital device



On Tablet

DESCRIPTION:

Math2Ward represents a smart platform for cardiologists and cardiovascular surgeons to assess abdominal aortic aneurysm (AAA) rupture risk with real-time quantitative output, based on numerical simulation and statistical classification. The platform is able to elaborate patients specific data coming from traditional medical equipment. The mathematical engine can run algorithms very fast and provide elaborations of multiple and meaningful inputs. The end-users are cardiologists, cardiovascular surgeons or clinicians dealing with patients suffering from aortic cardiovascular diseases.

BUSINESS OPPORTUNITY:

The target market is manufacturers producing devices and tools for surgical treatment of AAA [EndoVascular Aneurysm Repair's (EVAR) devices], estimated 1300 million \$ in 2017 with a growth rate of 6.87%. Competitors are other software providers (such as TeraRecon, EndoSize and Vascops), but these solutions are in most of the cases quite expensive and provide only a subset of the advanced functionalities of our platform.

TECHNOLOGY AND BUSINESS MODEL:

The team proposes an innovative approach that applies mathematics and engineering knowledge to provide new medical tools for analysis and decision support, to assess the risk of AAA rupture on the basis of more accurate measurements and the specific characteristics of the patient. This is performed through mathematical models and computer simulations in order to estimate the pressure exerted by the blood flow and algorithms for reconstruction and image processing aimed at simplifying the analysis and automatic measurements. The service will be offered with a free mobile application that will become viral and engage a large user community. The revenue model will be based on selling statistical and morphological data to EVAR manufacturers and on adv services.

Math2Ward

Digital device



On Tablet

TEAM MEMBERS:

Alfio Quarteroni - Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, EPFL
 Claudia Colciago - Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, EPFL
 Maurizio Domanin - IRCCS Fondazione Cà Granda Ospedale Maggiore Policlinico di Milano (Milan, Italy)
 Simone Deparis - Section of Mathematics at the - Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
 Valeria Di Marco - Moxoff Srl
 Chiara Riccobene - Moxoff Srl
 Ottavio Crivaro - Moxoff Srl

Video presentation: <https://youtu.be/VnhDMtdjTYo>

BrainControl

Digital device



DESCRIPTION:

Braincontrol is a breakthrough technology that gives disabled people the ability to control objects with their minds. It works like a "mental joystick", allowing people suffering from pathologies such as Amyotrophic Lateral Sclerosis (ALS), Multiple Sclerosis, tetraplegia and various kinds of muscular dystrophies, to overcome severe physical and communicative disabilities.

BUSINESS OPPORTUNITY:

Degenerative neuromuscular disease, ischemic or traumatic injury cause paralysis and communications problems to 4 million people. We first focused around the needs of locked-in patients, with the future versions a user will control almost anything. The total addressable market is considered to be 1 million users for a market value of 4 billion euros. Braincontrol fills a technological void for patients who are cognitively aware, but completely unable to move or communicate, a state called "locked-in", and meets many of the unmet needs for patients in less advanced states who are currently using or cannot use eye-tracking systems.

TECHNOLOGY AND BUSINESS MODEL:

Based on a proprietary Brain-Computer Interfaces (BCI) technology software and commercial available hardware (a wireless eeg headset and a tablet pc), Braincontrol interprets the electric map that corresponds to certain thoughts and allows patients to control assistive technologies such as communicator, home control, wheelchairs and robotics.

Braincontrol will be provided as a service for a monthly fee and sold both directly and through assistive technology distributors to individual patients and to medical institutions.

The team is ready to approach the market through direct sales and distributors.

BrainControl

Digital device



TEAM MEMBERS:

Pasquale Fedele - *Computer Science Engineer, 10+Y in ICT and pervasive technologies*

Gianni Bozzi - *Computer Science Engineer, 8Y in software development*

David Landi - *Computer Science Engineer, 8Y in software development*

Francesco Lambardi - *Bioinformatics, 10+Y in software development*

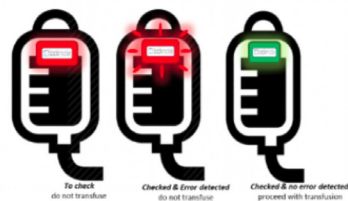
Lorenza Belcore - *Business Development, Accounting and management academic studies*

Myriam Gioia - *Speech Therapist, Academic studies and experience with both adults and children*

Video presentation: <https://www.youtube.com/watch?v=LxYexZRjuAw>

Lockmote

Patient service



DESCRIPTION:

Lockmote is a patent pending hardware and software solution for reducing preventable adverse events the administration of blood and high-risk drugs.

BUSINESS OPPORTUNITY:

Lockmote is a smart and cost-effective solution which helps hospitals reduce errors in the administration stage, increasing the quality of clinical outcome, improving medical responsibility, and decreasing the financial burden associated with damage to patients. Administration errors account for 5.1 million avoidable adverse events every year and a national cost of 3.8 billion USD/yr, in the United States only*. Although they can be prevented, statistics show that current solutions are not robust enough.

TECHNOLOGY AND BUSINESS MODEL:

Lockmote is designed not to introduce any additional overhead for nurses. It consists of a connected hardware device (based on Bluetooth LE and NFC) that works in combination with a software platform (web and App). The hardware unit can be adhesively attached to blood/infusion bags with a disposable seal that physically prevents access to the medical content until all safety conditions are verified with the App.

Lockmote targets hospitals (ISO 15224, ISO 9001 for healthcare and Joint Commission accredited hospitals) where the hardware unit and the management software will be sold directly and through distributors. Lockmote has a recurring revenue model based on the disposable seals. Additionally, Lockmote can target manufacturers of blood bags and pharmaceutical containers with licensing options for incorporating the device in their products.

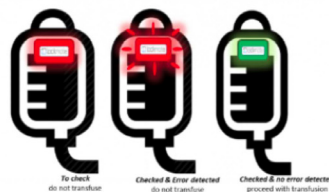
* Massachusetts Technology Collaborative (MTC) and NEHI, 2008. Saving Lives, Saving Money: The Imperative for CPOE in Massachusetts. Updated to 2008 figures. Cambridge, MA: NEHI, 2008; - Lahue, B.J., et al., National burden of preventable adverse drug events associated with inpatient injectable medications: Healthcare and medical professional liability costs. American Health and Drug Benefits, 2012



Bioupper startup accelerator | 24

Lockmote

Patient service



TEAM MEMBERS:

Nicola Bellucci, CEO: 18+ years of whose research xperience in Health Information Technology, 9+ years as Chief Information Officer in one of the largest hospitals in southern Italy activity and projects are known internationally;

Nicholas Caporusso, CTO: PhD in Computer Science and Engineering, Fulbright Certificate in Technology Entrepreneurship, 10 years of experience in Human-Computer Interface and digital healthcare, one small start-up exit;

Andrea Germano, CMO: VP sales, has 13+ years of experience in medical devices sales;

Federico Morelli, Scientific advisor: medical doctor with 35 years of experience in blood management, 6+ years of experience as managing director of a transfusion medicine unit in a large hospital, 40 publications in the field.

Video presentation: <https://www.youtube.com/watch?v=5Sh2n3pTQmw&feature=youtu.be>



Bioupper startup accelerator | 25

ONE4TWO

Digital device



DESCRIPTION:

One4Two is a diagnostic kit that allows genetic laboratory to perform multiple analysis of genetic diseases related to infertility in a single run using the most innovative technology.

BUSINESS OPPORTUNITY:

The market analysis shows that the number of couples undertaking the diagnostic procedure worldwide amounts to 14 million. The technology used with One4Two is the NGS, a disruptive technology generating 90% of the world's sequencing data.

TECHNOLOGY AND BUSINESS MODEL:

The know-how of the team represents a balance between scientific and technological innovation and it is the basis of One4Two. The team is able to make a flexible panel of the genes related to the infertility. At the moment the team is working on a partnership with a distribution company to reach the 8% of the Italian market potential in the first year and to establish its product.

ONE4TWO

Digital device



TEAM MEMBERS:

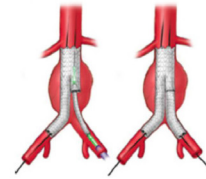
Alessia Berni -	University of Molise
Valeria D'Argenio -	CEINGE Advanced Biotechnologies, Naples
Rossella Tomaiuolo -	Dept. Scienze Tecniche di Medicina di Laboratorio, University of Naples Federico II, Naples
Federica Cariati -	CEINGE Advanced Biotechnologies, Naples

Video presentation: <https://vimeo.com/146434922>

Video password: one4two

EvarPlanning

Digital device



DESCRIPTION:

EVARplanning facilitates the planning of the endo-prosthetic aorta implant through a web app, targeted to vascular specialists, for a fast and accurate configuration of the prosthesis.

Unique in its kind, it was distributed for free on <http://www.evarplaning.com> causing great interest, with over 900 specialists registered on the site from all over the world, confirming the value and usefulness of the innovative application, which also lends itself to further developments, such as integrating the system in the CT scan and vascular imaging software.

BUSINESS OPPORTUNITY:

- The target market is the aortic endograft market (about 2 billions dollars worldwide 2016E CAGR +15%),
- In this scenario, the new existing and currently in use EVARplanning has considerable potential for development and integration with software for vascular imaging and sizing.

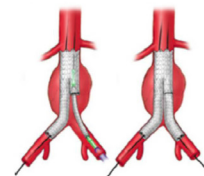
TECHNOLOGY AND BUSINESS MODEL:

The current application is based on a proprietary algorithm, is built using a rendering of the prosthetic implant based on conditional formatting, and shared online through Excel Web App.

Future development will enable a pay per click business model with endograft companies besides the sales of the plug-in licence to DICOM sizing companies.

EvarPlanning

Digital device



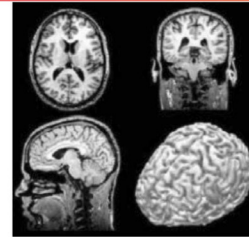
TEAM MEMBERS:

Paolo Spada – IRCCS Humanitas Clinical Institute (Milan, Italy)

Video presentation: <https://youtu.be/dvm8ESMqMxI>

SIENA imaging

Digital device



DESCRIPTION

SIENA-Imaging provides to neurologists and neuroradiologists automated and objective MRI biomarkers of changes in both diffuse and focal brain damage. These indices will help medical doctors to take decisions about 'personalised' therapies through the unique charting of chronic neurological patients disease progression. The expected outcome will be:

- to provide centralised analysis of serially acquired MR images for clinical MR centres, that need to assess the disease progression, and to pharmaceutical companies, that need to monitor the efficacy of new drugs.
- to create a new, easy-to-use software, that makes the MDs independent on obtaining all the important para-clinical indices for the clinical assessment.

BUSINESS OPPORTUNITY:

Centralised analysis Lab: the market is represented by: i) 5 millions MR images yearly acquired in Europe to follow the chronic neurological patients (Multiple Sclerosis, Alzheimer); ii) 100.000 MR images yearly acquired within clinical trials testing new drugs.

Product: the market in Europe is represented by those structures, as hospitals and MR laboratories, managing the 3000 MR scanners dedicated to follow the chronic neurological patients.

TECHNOLOGY AND BUSINESS MODEL:

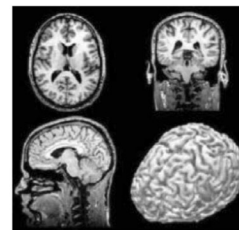
The technology used is related to the biomarkers: BRAIN DIFFUSE DAMAGE: Software developed in collaboration with the University of Oxford and available on-line at the website (<http://fsl.fmrib.ox.ac.uk/fsl/fslwiki>) to obtain brain volumes changes over time. FOCAL DAMAGE: in house software to obtain volumes and numbers of lesions and their changes over time. Moreover the CONSOLE, by integrating all these different software in a platform using web-based, open source-libraries, will provide easy to read reports with the biomarkers values. We will reach the market through Neurologists met in teaching course regularly hold by the members of the project and by renting spaces in the major international Neurological congresses. Pharmaceutical Companies will be met in the round-table on atrophy and lesions assessment to which the members of this project are regularly invited as opinion leaders and/or technical experts.



Bioupper startup accelerator | 33

SIENA imaging

Digital device



TEAM MEMBERS:

Marco Battaglini - Quantitative NeuroImaging Lab (Siena, Italy)
Nicola De Stefano - University-Hospital of Siena (Siena, Italy)
Giacomo Demurtas- IT Manager

Video: <https://youtu.be/Uu5-UvTvNyU>



Bioupper startup accelerator | 34

enGENOME

Digital device



DESCRIPTION:

A new service that will be used by physicians for fast diagnosis based on sequenced genomes, offered as an easy to use web platform to process genomic big data and supply diagnostic reports according to specific tests.

BUSINESS OPPORTUNITY:

The bioinformatics market is expected to grow to \$ 13.3 billion by 2020 with a CAGR of 20.9% during 2015-2020. The team has a competitive advantage based on several years of research and validation of algorithms for NGS - Next Generation Sequencing - big data analysis and has active collaborations with 3 IRCCS to accelerate the use of NGS in clinical practice.

TECHNOLOGY AND BUSINESS MODEL:

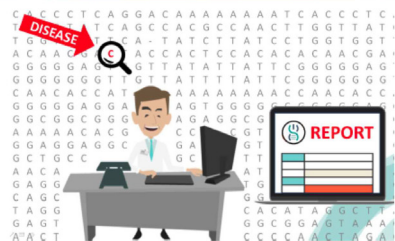
The platform is a proprietary web application developed with state of the art technologies (J2EE) and it is based on cloud services (Amazon AWS) for data storage and processing. Genomic data are analyzed by accurate and fast proprietary algorithms, optimized to be run in a highly parallelized way on the cloud. The team defined a clear and well structured roadmap, in which clinical centers (eg. IRCCS) are involved for analysis validation and testing of the platform. Other stakeholders (eg. Pharma) will be useful for developing new analysis, improve the service offered, and eventually propose specific therapeutic approaches. The service is offered with a pay per use model, based on the analysis requested and the storage space used.



Bioupper startup accelerator | 45

enGENOME

Digital device



TEAM MEMBERS:

Ettore Rizzo	Dept. Hematology Oncology , University of Pavia (Pavia, Italy)
Ivan Limongelli	Fondazione IRCCS Policlinico San Matteo (Pavia, Italy)
Riccardo Bellazzi	Dept. Electrical, Computer and Biomedical Engineering, University of Pavia (Pavia, Italy)
Paolo Magni	Dept. Electrical, Computer and Biomedical Engineering, University of Pavia (Pavia, Italy)
Susanna Zucca	Dept. Electrical, Computer and Biomedical Engineering, University of Pavia (Pavia, Italy)

Video: <https://www.youtube.com/watch?v=nwv7zhM2PCE>



Bioupper startup accelerator | 46

Reability

Patient service



DESCRIPTION:

Reliability is a hardware and software solution for the prevention of RSI (Repetitive Strain Injury) hand diseases. It provides to the user a software that guide him to perform exercises aimed for prevention, through the use of an acquisition sensor, the Leap Motion. The key point of Reability is the exploitation of gamification: in fact it transforms boring and repetitive exercises into mini-games that involve, entertain and challenge the user to improve every time. The exercise protocol will be certified and validated from a medical point of view. The literature confirms that a valid prevention together with gamification can drastically improve the effectiveness of the prevention practices.

BUSINESS OPPORTUNITIES:

The market is huge: in UK half a million people are affected by RSI, while in the US, 8 million people are suffering of carpal tunnel syndrome, and 230k of them go through surgery procedures. In the US, RSI pathologies impact with a cost of \$ 20 billion. The carpal tunnel is the # 1 health problem, accounting for 50% of the claims related to accidents at work, and thus affecting on average one month time away from work to recover.

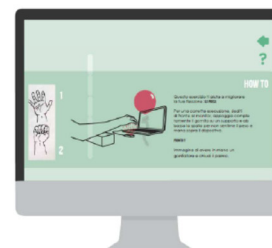
TECHNOLOGY AND BUSINESS MODEL:

The solution is composed by:

- An acquisition device already on the market called Leap Motion, produced by Leap Motion company;
- A desktop software that includes the certified exercises protocol and uses the Leap Motion to perform the tracking of the user's hand movements. All exercises are proposed as mini-games. The business model is represented by a strong partnership with the Leap Motion company, and by a software license sale to both professionals and corporations.

Reability

Patient service



TEAM MEMBERS:

Chai Botta
Antonello Fodde
Jole Belgiorio
Angela Giambattista
Valentina Ferrari

Video presentation: <https://youtu.be/MeHlfk53rP8>

- [1] Ministero della Salute, "Telemedicina, Linee guida nazionali"
- [2] Ross A. Clark, Yong-Hao Pua, Karine Fortin, Callan Ritchie, Kate E. Webster, Linda Denehy, Adam L. Bryant: "Validity of the Microsoft Kinect for assessment of postural control";
- [3] Chuan-Jun Su: "Personal Rehabilitation Exercise assistant with Kinect and Dynamic Time Warping";
- [4] Abhijit Jana: "Kinect for Windows SDK Programming Guide, Build motion-sensing applications with Microsoft's Kinect for Windows SDK quickly and easily";
- [5] Asset Store di Unity 3D, Progetto "Kinect with MS-SDK", disponibile all'URL:
"<https://www.assetstore.unity3d.com/en/#!/content/7747>";
- [6] Kinect Wrapper Package for Unity3D, disponibile all'URL:
"http://wiki.etc.cmu.edu/unity3d/index.php/Microsoft_Kinect_-_Microsoft_SDK";
- [7] Nima Rafibakhsh, Jie Gong, Mohsin K. Siddiqui, Chris Gordon, H. Felix Lee, "Analysis of XBOX Kinect Sensor Data for Use on Construction Sites: Depth Accuracy and Sensor Interference Assessment";
- [8] Sait Celebi, Ali S. Aydin, Talha T. Temiz, Tarik Arici: "Gesture Recognition Using Skeleton Data with Weighted Dynamic Time Warping";
- [9] Meinard Müller: "Information Retrieval for Music and Motion", Capitolo 4, "Dynamic Time Warping";
- [10] Graziella D'Arrigo, Fabio Provenzano, Claudia Torino, Carmine Zoccali, Giovanni Tripepi,
"I Test diagnostici e l'analisi della curva ROC";
- [11] Chuan-Jun Su: "Personal Rehabilitation Exercise Assistant with Kinect and Dynamic Time Warping".

