



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PARMA

Dottorato di ricerca in Ingegneria Industriale

Ciclo XXIII

ARCHITETTURA SOFTWARE PER LA GESTIONE
DEI PROCESSI MEDIANTE TECNOLOGIA RFID
NELLA SUPPLY CHAIN FASHION:
INGEGNERIZZAZIONE, SVILUPPO E VALIDAZIONE
SPERIMENTALE

Coordinatore:

Chiar.mo Prof. Marco Spiga

Tutor:

Chiar.mo Prof. Antonio Rizzi

Dottorando: Rossano Vitulli

SOMMARIO

La sperimentazione oggetto di questa dissertazione intende valutare l'impatto della tecnologia di identificazione in radio frequenza, o "RFID" (Radio Frequency IDentification) nella gestione intelligente della supply chain (SC) dei capi di abbigliamento di lusso, con particolare risalto all'implementazione dell'infrastruttura software. All'interno del progetto, denominato "RFID Fashion Pilot", sono stati tracciati singoli capi (item) e imballaggi secondari (colli) delle referenze della stagione primavera-estate 2010 all'interno di una supply chain di riferimento, consistente in un centro di distribuzione e in un punto vendita outlet di proprietà di Miroglio Group.

Gli obiettivi del progetto possono riassumersi in:

1. Valutazione della fattibilità tecnica dell'implementazione della tecnologia RFID nei Centri di Distribuzione (CeDi) e nei Punti Vendita (PV) del settore fashion;
2. Tracciabilità del singolo capo in tempo reale lungo tutta la SC;
3. Quantificazione dei benefici nei processi principalmente impattati dalla tecnologia RFID:
 - a. CeDi: Ricondizionamento, Spedizione
 - b. PV: Ricevimento, Ripristino, Vendita e Inventario

La ricerca è stata condotta tramite il supporto di un gruppo di aziende del settore dell'abbigliamento di lusso¹, tra cui produttori e 3PL (Third Party Logistics), che hanno finanziato e partecipato attivamente al progetto, fornendo importanti indicazioni sulle scelte progettuali intraprese. Questo modello, denominato Board of Advisors, già sviluppato all'interno del laboratorio RFID Lab nell'ambito del largo consumo (1), si è rivelato un sistema virtuoso per favorire il trasferimento tecnologico, il benchmarking e l'aggiornamento continuo sulle tematiche inerenti la tecnologia RFID ed il sistema EPC (2). Ampi studi hanno dimostrato come tale metodologia di ricerca, ovvero il coinvolgimento di un pool di aziende appartenenti allo stesso settore, è considerato di importanza cruciale per favorire l'introduzione di una nuova tecnologia nei progetti di filiera. In (3), Bottani et al. propongono una serie di passaggi attraverso i quali, partendo dalla definizione delle specifiche e dall'analisi dei processi logistici precedenti all'introduzione della nuova tecnologia (analisi AS IS), si propone una soluzione di reingegnerizzazione dei processi in ottica RFID (progettazione TO BE); si passa dunque alla

¹ Branded Apparel, Dolce & Gabbana Industria S.p.a. in partnership con DHL and TNT, Imax, Max Mara Fashion Group e Diffusione Tessile, Miroglio, Trussardi, ND Logistics

sperimentazione tramite installazioni pilota terminando, infine, con l'adozione su larga scala delle soluzioni realizzate. Nel lavoro condotto da Srivastava (4) si illustrano i benefici conseguiti nella condivisione di informazioni tra partner coinvolti nello stesso progetto di sperimentazione.

Le innovazioni introdotte in questo studio vertono sull'utilizzo della banda di emissione UHF², e sull'implementazione di un'intera infrastruttura EPCglobal Network, secondo le specifiche definite da EPCglobal.

Nel primo capitolo s'introdurranno gli studi a sostegno della ricerca compiuta, esplorando lo stato dell'arte presente in letteratura, cogliendone gli aspetti fondamentali e gli spunti di miglioramento che hanno condotto alla realizzazione di questo progetto. Nel secondo capitolo sarà presentata la supply chain oggetto della sperimentazione, i processi logistici coinvolti, con particolare attenzione alla sistemazione dei "tracking point", ovvero le sorgenti dei dati. Saranno quindi descritti il flusso logico delle informazioni e l'architettura fisica di rete, per meglio comprendere i meccanismi di veicolazione delle informazioni nella rete.

Nel terzo capitolo saranno presentati lo sviluppo e l'implementazione del progetto. Partendo dalla descrizione della struttura del database, si definiranno i moduli logici che compongono il middleware RFID e il middleware mobile. Si proseguirà con l'esposizione progettuale del software sviluppato, mostrando per ogni processo coinvolto gli algoritmi descrittivi, la composizione delle apparecchiature utilizzate, le maschere di interfaccia con l'utente e gli aspetti più rilevanti degli eventi EPCIS generati

Nel capitolo successivo saranno esposti i principali risultati della sperimentazione. In base alle problematiche riscontrate, saranno descritte le metodologie di risoluzione di alcune di queste, mentre saranno motivate le scelte che hanno condotto a non affrontare le restanti.

Nel capitolo finale, ripercorrendo le fasi salienti della ricerca condotta, si trarranno le conclusioni più rilevanti, indicando i principali impatti positivi e i limiti individuati, tracciando possibili sviluppi futuri della sperimentazione.

² Lo standard di riferimento è ISO 1800-6C, corrispondente alla denominazione EPC Class 1 Gen 2. Le frequenze di emissione sono definite nella banda: 865 – 868 MHz con 2 Watt ERP a. 865.7 – 867.5 MHz, in accordo con la normativa europea concernente le emissioni in radiofrequenza ETSI EN 302 208-1 (88).

INDICE

Sommario	II
Indice	IV
1. Introduzione	1
1.1. L'importanza della condivisione delle informazioni	1
1.2. La Tecnologia RFID, Complessità Emergente nei Sistemi di Gestione	2
1.3. RFID e Largo Consumo	3
1.4. RFID e Industria Fashion	4
1.4.1. Anticontraffazione	5
1.5. Progetti di Sperimentazione	6
1.5.1. Marks & Spencer	6
1.5.2. Galeria Kaufhof	7
1.5.3. Karstadt	7
1.5.4. Charles Vögele Group	8
1.5.5. American Apparel	8
1.6. La Tecnologia e gli Standard	10
1.6.1. Introduzione alla tecnologia RFID	10
1.6.2. L'Electronic Product Code (EPC)	10
1.6.3. L'EPCglobal Network	11
1.6.4. Interoperabilità tramite i Web Services	12
2. Descrizione del Sistema	14
2.1. L'Azienda	14
2.2. La Supply Chain e i Processi Coinvolti	14
2.2.1. Ricondizionamento (CeDi)	15
2.2.2. Spedizione (CeDi)	16
2.2.3. Ricevimento (Punto Vendita)	16
2.2.4. Ripristino e Controllo Giacenza (Punto Vendita)	17

2.2.5.	Vendita (Punto Vendita)	18
2.2.6.	Fitting (Punto Vendita).....	19
2.2.7.	Inventario (Punto Vendita)	19
2.2.8.	Cerca Tag (Punto Vendita)	20
2.3.	Descrizione del Flusso di Movimentazione Prodotti.....	21
2.4.	Composizione Logica dell’Impianto Software.....	23
2.5.	Architettura del Sistema Informativo	24
2.5.1.	Architettura del CeDi	24
2.5.2.	Architettura del Punto Vendita.....	25
2.5.3.	Architettura del RFIDLab.....	26
3.	Sviluppo	27
3.1.	La Base Dati.....	28
3.1.1.	Le tabelle Process (PR)	28
3.1.2.	Le Tabelle Middleware (MW).....	30
3.1.3.	Le Tabelle Datawarehouse (DW)	31
3.2.	Il Middleware	31
3.2.1.	Il Livello di Controllo dei Dispositivi	33
3.2.2.	Il Livello di Filtraggio e Raccolta dei Dati.....	34
3.2.3.	Il Livello di Elaborazione dei Processi di Business.....	35
3.2.4.	Il Livello Applicazioni Utente e Sincronizzazione	36
3.2.5.	Il Middleware Mobile.....	36
3.3.	Ricondizionamento	38
3.3.1.	Descrizione del Processo.....	38
3.3.2.	Composizione Hardware.....	40
3.3.3.	Eventi EPCIS.....	41
3.4.	Spedizione	43
3.4.1.	Descrizione del Processo.....	43
3.4.2.	Composizione Hardware.....	46

3.4.3.	Eventi EPCIS.....	48
3.5.	Ricevimento	49
3.5.1.	Descrizione del Processo.....	50
3.5.2.	Composizione Hardware.....	53
3.5.3.	Eventi EPCIS.....	53
3.6.	Ripristino	53
3.6.1.	Descrizione del Processo.....	53
3.6.2.	Composizione Hardware.....	56
3.6.3.	Eventi EPCIS.....	56
3.7.	Vendita.....	56
3.7.1.	Descrizione del Processo.....	57
3.7.2.	Composizione Hardware.....	58
3.7.3.	Eventi EPCIS.....	59
3.8.	Fitting	59
3.8.1.	Descrizione del Processo.....	59
3.8.2.	Composizione Hardware.....	59
3.8.3.	Eventi EPCIS.....	60
3.9.	Inventario	60
3.9.1.	Descrizione del Processo.....	60
3.9.2.	Composizione Hardware.....	61
3.9.3.	Eventi EPCIS.....	62
3.10.	Cerca Tag.....	62
3.10.1.	Descrizione del Processo.....	62
3.10.2.	Composizione Hardware.....	64
4.	La Sperimentazione	65
4.1.	I Numeri del Progetto	65
4.2.	Problematiche e Strategie Risolutive.....	68
4.2.1.	Sostituzione del Read Point in Spedizione	68

4.2.2.	Spedizioni non Conformi.....	68
4.2.3.	Disattivazione dei Camerini	69
4.2.4.	Evoluzione del processo di Vendita	70
4.3.	Nuovi Moduli.....	71
4.3.1.	Controllo Giacenze.....	71
4.3.2.	Catalogo Prodotti	72
4.3.3.	Mobile Replenishment.....	73
5.	Conclusioni.....	74
Appendice A – Glossario		77
Indice delle Figure		78
Bibliografia		80

1. INTRODUZIONE

1.1. L'IMPORTANZA DELLA CONDIVISIONE DELLE INFORMAZIONI

Innumerevoli attività di ricerca sono state condotte per valutare i possibili vantaggi derivanti dalla condivisione delle informazioni tra attori differenti della stessa supply chain. Una prima serie di studi ha evidenziato come quest'attività non debba essere considerata opzionale. Nel lavoro di Huang et al (5) si elencano svariati studi convergenti sulla stessa importante conclusione (6). In (7), Mc Cella pone l'accento su quanto valore abbiano le informazioni acquisite dal campo in tempo reale. In seguito all'introduzione della tecnologia RFID, si è avviata una nuova stagione di studi volti a valutarne gli effetti su diversi settori: dall'impatto economico (8), passando per la riduzione delle inefficienze (9), sino all'incremento della produttività (10). Gli studi hanno rilevato come l'automazione dei processi logistici produce riduzioni dei costi di gestione, a seguito di un minor coinvolgimento del personale nell'elaborazione dei dati (11) (12) (13). Srivastava (4) (14) dimostra come anche i disallineamenti di inventario subiscano drastiche riduzioni. In (15) si evidenzia come, grazie a un sistema automatico di rilevamento della posizione dei prodotti sugli scaffali, sia possibile individuare con un buon livello di accuratezza la merce situata in una postazione diversa da quella assegnata. Non meno rilevanti sono gli studi sulla correlazione tra i dati di tracciabilità automatica e la business intelligence (BI) (16). In (17) si sottolinea l'importanza della scelta di sviluppare moduli di BI basati sui dati RFID prelevati dal campo, ragione oltremodo qualora l'intento sia quello di incrementare l'efficienza dei processi logistici (18).

E' opportuno sottolineare la rilevanza che ha avuto l'introduzione e la regolamentazione degli standard introdotti da EPC Global, al fine di garantire ai vari attori della supply chain la comprensione delle informazioni scambiate (19). Il valore dell'adozione degli standard EPC cresce laddove si consideri una filiera dinamica, in cui gli attori coinvolti possono aumentare o mutare. In (20) si mettono a confronto due implementazioni, una delle quali adotta lo standard EPC Network. In (12), Fosso Wamba et al. si dimostra che i vantaggi di un'architettura EPC Network sono superiori ai sistemi non standard.

Supponendo di oltrepassare i limiti delle applicazioni industriali di filiera, emerge il concetto di "Internet of Things": tale idea verte sul considerare i prodotti, siano essi merci transanti lungo una filiera industriale o, più in generale, qualsiasi oggetto fisico tracciabile, come individui facente parte di una rete d'informazioni sempre più interconnessa, analogamente a

quanto accade alle informazioni che transitano nel web (21) (22). Questo esempio evidenzia soprattutto le attese che il mondo, non solo industriale, ha nei confronti delle tecnologie d'identificazione automatica: pagamenti elettronici utilizzando il telefono cellulare, tracciabilità di ogni singolo item dal produttore al cliente finale, elettrodomestici in grado di interagire con i prodotti riconosciuti al loro interno, etc. Alla luce di ciò, appare di primaria importanza l'adozione di uno standard globale che consente la produzione e l'utilizzo delle informazioni di lettura in modo efficace e comprensibile da tutti gli attori (23). Alcuni studi, tuttavia, propongono soluzioni alternative, mosse da necessità particolari che taluni settori di applicazione possono rendere evidenti: in (24) è riportato un sistema di scambio dati a eventi, il cui scopo è individuare i servizi disponibili per un particolare prodotto.

1.2. LA TECNOLOGIA RFID, COMPLESSITÀ EMERGENTE NEI SISTEMI DI GESTIONE

L'introduzione della tecnologia RFID ha costituito un momento significativo nella definizione e nello sviluppo dei sistemi di elaborazione e gestione delle informazioni (25). L'incremento quali-quantitativo dei dati generati dal campo costituisce una causa di aumento di complessità nella progettazione dei sistemi di supporto per questo genere di flusso dati (26). A differenza di quanto avviene mediante l'utilizzo di sistemi d'identificazione tradizionali, il numero di osservazioni dei prodotti aumenta di qualche ordine di grandezza. Come dimostrato da Wang et al. (27), conseguenza inevitabile di un maggiore flusso di dati di identificazione è rappresentata da un maggior carico di complessità che i sistemi gestionali sono tenuti a governare. Tali considerazioni costituiscono la base di numerosi studi volti a dimostrare l'importanza di adottare sistemi di gestione più complessi, in grado di trasformare l'elevato carico di dati grezzi provenienti dal campo in meta-informazioni maggiormente e più agilmente fruibili dai sistemi di elaborazione dati più astratti (28) (29). Tali sistemi complessi prendono il nome di "middleware", per il ruolo che ricoprono interponendosi tra l'hardware di raccolta dei dati e il software applicativo.

Gli standard introdotti da EPCglobal definiscono le linee guida che gli sviluppatori devono seguire per realizzare tali architetture. Esistono svariati progetti che propongono soluzioni *open source* adottanti gli standard tra cui il lavoro realizzato dall'Auto-Id Lab di Zurigo, denominato Fosstrak Middleware (prima conosciuto come Accada) (30). In letteratura tuttavia si trovano svariate soluzioni non adottanti gli standard, tra cui quella descritta in (31).

La maggiore complessità dei dati gestiti costituisce un problema anche nella programmazione di dispositivi con scarse capacità di elaborazione, come ad esempio i terminali mobili. In (32) si propone una soluzione che adotta la compressione dei dati per ridurre il carico delle

informazioni elaborate, mentre in (33) si discutono i rischi legati alla sicurezza dei dati proponendo soluzioni per evitare la violazione delle informazioni sensibili.

1.3. RFID E LARGO CONSUMO

Il settore del largo consumo ha rappresentato il primo vero banco di prova per la sperimentazione delle potenzialità offerte dall'identificazione in radiofrequenza nell'ottimizzazione dei processi logistici. Sono numerosi i benefici potenziali che derivano dall'uso delle informazioni tempestive sugli spostamenti delle unità logistiche lungo il network, tra i quali:

- **Migliore disponibilità a scaffale**
- **Supply chain guidata dalla domanda.**
- **Riduzione degli stock.**
- **Riduzione della contraffazione.**
- **Maggiore possibilità di tracciare e rintracciare i prodotti.**
- **Riutilizzabilità degli asset** (ad esempio, pallet in plastica corredati di tag EPC)

Come emerso dai progetti svolti al fine di individuare i limiti e le peculiarità della tecnologia in questo settore di applicazione (34), un sistema RFID, essendo basato su onde elettromagnetiche è particolarmente sensibile ad ambienti/applicazioni che presentano un carattere di disturbo o interferenza come:

- **Effetto “eco”** dovuto alla presenza di materiale metallico nelle vicinanze (transpallet o scaffalature).
- **Liquidi polari** (come l'acqua distillata), che assorbono il campo magnetico (bottiglie di acqua, latte o materiale organico contenente acqua, come la carne).
- **Effetto discorsivo dei metalli:** i metalli sono impenetrabili alle onde magnetiche, di conseguenza tagliano o piegano le linee di flusso, questo è il motivo per cui i tag passivi non possono essere posti a diretto contatto con il metallo, ma devono essere distanziati di alcuni millimetri.

Tutto ciò ha costituito la premessa per l'avvio di campagne di sperimentazione volte a valutare la dimensione dei benefici e l'impatto delle limitazioni.

Nel 2008 ha avuto luogo il primo progetto italiano di sperimentazione di filiera della tecnologia RFID. Il progetto ha coinvolto tredici grandi aziende del settore FMCG, tra cui produttori, 3PL e distributori, per valutare sul campo i benefici dell'adozione della tecnologia in termini di

riduzione delle rotture di stock, automazione dei processi di spedizione e ricevimento merci ed un più preciso conteggio delle giacenze delle aree di stoccaggio (10) (35) (36). Tra i risultati più significativi si sottolinea la riduzione dell' "effetto bullwhip", ovvero un allineamento più affidabile tra domanda dell'utente finale e risposta della supply chain (37).

Un altro esempio è rappresentato dal caso Wal-Mart (38): imponendo ai suoi 100 maggiori fornitori di adottare questa nuova tecnologia, ha spinto a modificare completamente i loro attuali sistemi di gestione, coprendo interamente la catena di fornitura (39). Se da un lato tale esempio mostra come in certe condizioni un solo grande attore possa aprire la strada verso questa tecnologia (40), dall'altro si distingue come caso non applicabile nella maggior parte dei contesti industriali. L'introduzione di una tecnologia che sconvolge in misura così radicale il modo di acquisire dati necessita di stabilirsi mediante processi di integrazione lenti e gradualisti. I vari progetti pilota condotti per valutare l'impatto di tale tecnologia mostrano, infatti, come comune denominatore la volontà di interferire il meno possibile con le procedure già esistenti, consentendo a entrambi i sistemi di coesistere simultaneamente e in situazioni di emergenza, laddove uno dei due sistemi non funzioni, di sopprimere nel recupero e nella gestione dei dati.

L'esperienza acquisita nel settore del largo consumo, come riportato nel lavoro svolto da Bertolini et al (10), dimostra che la maggior parte dei benefici della tecnologia RFID può essere ottenuta attraverso la collaborazione tra più attori della supply chain.

1.4. RFID E INDUSTRIA FASHION

Anche il settore dell'abbigliamento di lusso dimostra di essere teatro di recenti campagne di sperimentazione (41) (42). Le attività logistiche risentono, infatti, dell'elevato valore economico dei prodotti, che implica la necessità di frequenti controlli (43); essi sono necessari in tutti i processi della supply chain principale, dalla produzione del capo sino alla commercializzazione al cliente finale, nonché nella gestione dei resi. Come ampiamente analizzato da Bottani et al. (44), l'ambito fashion, infatti, è caratterizzato da un elevato tasso di obsolescenza dei prodotti e da una forte componente stagionale della domanda. I prodotti invenduti durante la stagione diventano resi e pertanto richiedono una gestione logistica separata lungo canali alternativi. Le attività di identificazione sono ulteriormente complicate dall'elevato numero di combinazioni (taglia/colore/modello) caratterizzanti il prodotto.

Diversi sono i fattori critici che rendono la tecnologia RFID di sensibile interesse per il settore dell'abbigliamento, tra cui:

- **l'assenza di metalli e acqua**

- **la minore incidenza del costo del tag rispetto al valore dell'oggetto**
- **la necessità di automazione dei flussi logistici e produttivi** (ricevimenti, preparazione ordini, spedizioni)
- **l'integrazione e visibilità sui flussi fisici di prodotto con clienti e fornitori**
- **l'efficienza nella gestione del punto vendita**
 - o ricevimento
 - o inventario (45)
 - o riduzione dello stock out
 - o servizio al cliente
 - o antitaccheggio
- **la lotta alla contraffazione** (46)

Studi analoghi al lavoro di simulazione svolto da Müller et al (47), dimostrano come l'investimento nella tecnologia RFID e l'implementazione dell'architettura EPC Network, hanno ricadute positive su molti dei fattori critici elencati (25). La visibilità introdotta dall'identificazione automatica mette in luce anche alcune problematiche da non trascurare, tra cui la gestione della privacy (48): il caso Benetton ne è una dimostrazione (49).

1.4.1. ANTICONTRAFFAZIONE

Il commercio di prodotti contraffatti costituisce un grave problema per molte industrie oltremodo nel settore Fashion. Le tecnologie attualmente utilizzate che garantiscono sicurezza e autenticità dei prodotti, quali ad esempio ologrammi, stampe microscopiche o marcatori chimici, non sembrano essere sufficienti per arginare il commercio illecito di imitazioni. La tecnologia RFID, essendo in grado di automatizzare l'identificazione dei prodotti, è attualmente oggetto di test con lo scopo di valutarne l'efficacia come strumento di tutela di marchi e prodotti. I contributi presentati nei lavori di Staake et al. (50) (51) forniscono un punto di partenza per i sistemi anti-contraffazione basati sulla tecnologia RFID e delineano diversi approcci al problema. In particolare, in (52) si propone l'utilizzo della crittografia a supporto dello scambio delle informazioni ed in (53) viene descritto un metodo per individuare tag clonati.

1.5. PROGETTI DI SPERIMENTAZIONE

Diverse sono state le aziende che negli ultimi anni hanno intrapreso un percorso di sperimentazione della tecnologia RFID sotto forma di progetti pilota.

Dal 2003, dopo l'introduzione dei primi standard per le emissioni in radiofrequenza per l'identificazione delle merci, diverse aziende produttrici e distributrici di prodotti di abbigliamento hanno dato il via ai primi progetti concreti di sperimentazione della tecnologia RFID.

1.5.1. MARKS & SPENCER

Marks & Spencer, una catena di negozi britannica specializzata nella distribuzione di prodotti alimentari e abbigliamento, ha intrapreso una serie di campagne di sperimentazioni già dal 2003 (49). In una prima fase sono stati etichettati circa 10.000 capi di abbigliamento maschile, costituiti da abiti, camicie e cravatte. La scelta è stata operata al fine di sperimentare l'impatto della tecnologia sulle principali metodologie di imballo e spedizione: gli abiti gestiti come capi appesi, le camicie trasportate stese mediante fardelli riutilizzabili, le cravatte sistemate in scatole dalla produzione al CeDi ed appese dal CeDi ai punti vendita. Durante questa prima fase (54) è emerso come la tecnologia risulti essere sufficientemente affidabile per considerare attendibili i valori di stock in ogni area logistica, senza tuttavia che si raggiungesse il cento per cento di accuratezza nelle letture. Un altro ramo della sperimentazione si è focalizzato sulla lettura dei capi presenti in negozio. Queste informazioni, inviate quotidianamente al database centrale di inventario, sono state utilizzate per calcolare il giusto quantitativo di merci da consegnare nei giorni successivi. I risultati hanno dimostrato differenze significative nei livelli di inventario determinati dal sistema RFID a confronto con quanto misurato mediante i sistemi tradizionali (ossia con lettori di codice a barre, posizionati alle casse). Il controllo accurato sulle quantità di merce in stock, risulta essere il punto debole nella gestione dei punti vendita; esso è usualmente affidato alla semplice misurazione della differenza tra la quantità di merce entrante e la quantità di merce venduta, ma tale sistema è spesso influenzato da un'innumerevole quantità di errori. L'uso della tecnologia RFID ha evidenziato come il controllo quotidiano sullo stock mediante inventari ripetuti in modo automatico e in tempi drasticamente inferiori rispetto al conteggio manuale, possa rivelarsi d'interesse per l'utilizzo capillare di questa tecnologia.

Tutto ciò ha spinto i vertici della compagnia a intraprendere nuove campagne di sperimentazione, volte a individuare nuovi potenziali processi da re-ingegnerizzare, e da cui trarre vantaggio nel passaggio alla tecnologia RFID. Le fasi successive della sperimentazione

hanno visto estendere gradualmente il numero dei punti vendita coinvolti, da 9 nel 2004 a 53 nel 2006 (55). In questo periodo M & S, oltre ad aver ampliato la gamma di prodotti tracciati, ha coinvolto un numero sempre maggiore di fornitori, spingendoli a etichettare i capi con cartellini dotati di tag RFID all'origine, senza tuttavia costringerli a investire in infrastrutture hardware.

1.5.2. GALERIA KAUFHOF

Loebbecke e Huyskens (56) (57) descrivono le attività svolte durante il primo progetto di sperimentazione condotto presso la Galeria Kaufhof, una divisione di Metro Group, nel quale sono stati tracciati e monitorati i capi prodotti da Gerry Weber. La sperimentazione ha avuto luogo in una prima fase dal 1 Luglio 2003 per la durata complessiva di cinque mesi; l'esperienza è stata poi ripresa nel 2007. In (58) si enunciano tra i benefici individuati, un notevole incremento di produttività dovuto alla resa più efficiente delle operazioni di inventario e di ripristino dei capi, al pari di un sensibile miglioramento del controllo delle attività di spedizione e ricevimento. L'aver optato per l'utilizzo della frequenza di emissione HF (High Frequency, 13.56MHz, ISO 15693) ha tuttavia condizionato le prestazioni generali in modo significativo, sia per quanto riguarda la capacità di lettura a distanza, che per i costi unitari delle etichette. A conclusione della prima fase dello studio, Loebbecke si augura, infatti, di ripetere la sperimentazione adottando una tecnologia che consenta maggiori prestazioni in termini di distanza di lettura e un migliore comportamento in presenza di liquidi e metallo (59). Nella seconda fase della sperimentazione, infatti, sono stati etichettati i prodotti mediante tecnologia UHF, tramite l'utilizzo di tag EPC Class1 Gen2, superando i limiti in precedenza individuati. Utilizzando circa 60 dispositivi di lettura, per un totale di più di 100 antenne, sono stati tracciati circa 30.000 prodotti singoli (60). Questa seconda fase ha ulteriormente confermato i vantaggi già dimostrati in precedenza, con un incremento nella qualità dei servizi offerti al cliente (61).

1.5.3. KARSTADT

Circa a metà del 2007, Karstadt, un distributore tedesco di abbigliamento, ha deciso di avviare una campagna di sperimentazione per valutare le potenzialità offerte dalla tecnologia RFID, giudicandola sufficientemente matura per essere abbracciata sotto forma di progetto pilota. In un periodo di circa sei mesi, sono stati etichettati circa 20.000 paia di jeans e prodotti di abbigliamento sportivo, mediante un cartellino equipaggiato con un tag UHF e programmato con un codice identificativo univoco, secondo gli standard EPC (62). Il focus del progetto è stato quello di ottimizzare tre processi chiave del business: la tracciatura dei capi dal ricevimento alla vendita, l'esecuzione e gestione efficiente dell'inventario, la localizzazione

puntuale dei capi in caso di ricondizionamento. L'esito della sperimentazione ha confermato un deciso abbattimento nei costi di inventario.

1.5.4. CHARLES VÖGELE GROUP

Charles Vögele Group, la maggiore catena di distribuzione di abbigliamento svizzera, è una delle prime aziende ad aver utilizzato la tecnologia RFID dalla produzione in Asia fino ai punti vendita (63) (64), dimezzando i tempi di inventario e riducendo drasticamente le rotture di stock. Nel corso della sua attività, ha sempre attribuito importanza alla visibilità e trasparenza dei dati nella supply chain, e l'introduzione della tecnologia RFID ha consentito di evidenziare ciò che loro stessi definiscono i "black holes", buchi neri della supply chain, ovvero i vuoti di informazioni che generano ritardi nella movimentazione delle merci, piuttosto che un errato posizionamento. Charles Vögele dimostra quanto sia fondamentale, in un periodo di recessione economica, investire con successo in nuove tecnologie per rendere più efficienti i propri processi di business (65) ed essere così più competitivi.

1.5.5. AMERICAN APPAREL

La maggior parte dei progetti di RFID nasce nei magazzini e nei centri di distribuzione, su richiesta dei relativi clienti, fornitori al dettaglio, con l'obiettivo di etichettare i prodotti all'origine o in un nodo intermedio nella supply chain. I tag applicati agli imballaggi secondari (colli) e terziari (bancali) vengono generalmente impiegati per rintracciare i capi nei processi di spedizione e ricevimento. American Apparel (AA), un'azienda statunitense di manifattura e distribuzione di prodotti per l'abbigliamento, ha intrapreso una strada differente, decidendo di etichettare all'origine ogni tutti i capi al fine di ottenere la visibilità a livello di singolo item in molti dei suoi quasi 280 punti vendita, 175 dei quali sono localizzati negli Stati Uniti (66). Da ottobre 2007, AA ha avviato una prima campagna di sperimentazione pilota coinvolgendo un singolo punto vendita situato nei pressi della Columbia University in New York City, con l'intento di realizzare una migliore gestione dell'inventario e un controllo più accurato delle giacenze in area vendita. AA ha adottato un approccio insolito al merchandising, stabilendo che sugli scaffali fosse presente ogni abbinamento taglia/colore per ciascun modello disponibile, garantendo la piena rappresentanza di ogni capo. Lo svantaggio di questa politica è che, a seguito di ogni vendita, si crea rottura di stock: per rimediare il personale deve recuperare la lista del venduto dalle casse a intervalli regolari ed effettuare il riassortimento. Con l'avvio della sperimentazione, i capi provenienti dalla produzione sita in Los Angeles, sono stati etichettati al ricevimento mediante tag UHF Gen2. Grazie ad un software di controllo in cassa dei capi venduti, a seguito di ciascuna vendita, viene generato un segnale di allarme in retro negozio. Un operatore risponde movimentando uno o più capi, secondo il numero di

item coinvolti dalla vendita per ripristinare quanto appena prelevato da scaffale. I capi vengono quindi tracciati nel loro passaggio da retro negozio ad area espositiva mediante un varco RFID installato nel corridoio di separazione delle dure aree, consentendo al software l'aggiornamento istantaneo delle giacenze. L'utilizzo di lettori brandeggiabili per effettuare l'inventario del negozio ha inoltre garantito un continuo riallineamento delle giacenze con ricorrenza giornaliera.

Come dichiarato da AA, al fine di ottenere sufficiente stabilità e affidabilità dalle apparecchiature utilizzate, raggiungendo il 99 per cento di accuratezza delle letture, si sono resi necessari importanti interventi di messa a punto dell'hardware e del software di controllo.

Considerato il successo ottenuto in questa prima fase, in termini di migliore gestione delle scorte, maggiore disponibilità a scaffale e dunque incremento da parte dei dipendenti del tempo trascorso con i clienti nonché risparmio del tempo di controllo di inventario, l'azienda ha deciso di estendere l'adozione della tecnologia sui rimanenti 10 negozi situati nella stessa New York. Un deciso passo avanti della sperimentazione ha condotto allo spostamento della fase di etichettatura dal singolo punto vendita, direttamente alla fonte, ovvero alla produzione. Mediante l'installazione di appositi varchi RFID attrezzati con antenne e lettori, sono stati introdotti processi di tracciabilità in spedizione, con l'invio preventivo di documenti di notifica di trasporto, altresì definiti Advance Shipping Notice (ASN), verso i punti vendita coinvolti (66).

Durante la seconda fase, i dati raccolti hanno dimostrato che i negozi che hanno utilizzato la tecnologia RFID hanno verificato un aumento medio delle vendite tra il 2 e l'8 per cento, con punte del 15 per cento (67) (68). Questo risultato ha spinto, infine, l'azienda a pensare di estendere l'adozione della tecnologia RFID a tutta la sua rete di vendita.

Per quanto concerne la gestione della privacy, American Apparel si è impegnata a informare la clientela su quanto stava accadendo nei punti vendita, adottando misure sufficienti a garantire che nessuna informazione collegasse i singoli capi acquistati con l'identità dell'acquirente: ciascuna etichetta elettronica viene infatti rimossa prima che la merce acquistata lasci il negozio (69).

L'esperienza maturata nel corso delle sperimentazioni pilota ha infine portato alla luce un ulteriore aspetto da tenere in considerazione. L'integrazione dei sistemi di acquisizione dei dati RFID con i software gestionali risulta essere una problematica solitamente sottovalutata: accade spesso che i punti vendita si affidino ad aziende di consulenza software, che realizzano sistemi di gestione personalizzati a seconda della realtà di ogni sito; ciò comporta degli sforzi di

integrazione non trascurabili, direttamente proporzionali al numero dei punti vendita coinvolti (70).

1.6. LA TECNOLOGIA E GLI STANDARD

1.6.1. INTRODUZIONE ALLA TECNOLOGIA RFID

L'identificazione in radiofrequenza è una tecnologia che consente di identificare univocamente dei prodotti, acquisire e trasmettere informazioni tramite le onde radio, da questi ai sistemi integrati aziendali. Per essere identificati, i prodotti devono essere equipaggiati mediante etichette intelligenti o tag, dotate di un microchip in silicio programmabile contenente un identificativo e di un'antenna in grado di catturare le onde radio e di rispondere alle interrogazioni provenienti da particolari dispositivi di lettura. La raccolta e l'elaborazione dei dati è un compito che viene solitamente svolto da un software di controllo che veicola il flusso dati verso una base dati e li rende disponibili agli Enterprise Resource Planning (ERP) aziendali. Tale infrastruttura è denominata "middleware" per la posizione che occupa interponendosi tra l'hardware di acquisizione dati e il software di alto livello interagente con l'utente finale. Rispetto ai sistemi di codifica tradizionali con codice a barre, la tecnologia RFID acquisisce e trasmette le informazioni di identificazione in maniera più efficace, garantendo una capacità di lettura simultanea di più codici senza la necessità di abbinare fisicamente un lettore ottico ai prodotti (71) (72).

1.6.2. L'ELECTRONIC PRODUCT CODE (EPC)

Per agevolare la diffusione globale della tecnologia RFID e l'utilizzo in ambito delle molteplici supply chain esistenti, EPCglobal Inc ha sviluppato una serie di standard e specifiche di implementazione, tra cui l'EPC o Electronic Product Code.

EPCglobal Inc è un'organizzazione senza scopo di lucro appartenente a GS1 (Global Standard 1), che garantisce a livello internazionale lo sviluppo e la manutenzione degli standard hardware e software alla base del sistema integrato RFID denominato EPCglobal Network. GS1 è l'organismo internazionale che coordina la diffusione e la corretta implementazione degli standard logistici in più di 100 paesi, disciplinando l'assegnazione dei prefissi.

L'EPC prevede (73):

- La codifica corretta GS1 di tutte le unità logistiche (pallet, collo, confezione) con l'aggiunta di un seriale univoco per ogni unità
- L'identificazione delle singole unità logistiche nella supply chain tramite apposizione del tag.

- L'utilizzo di Internet per condividere le informazioni riguardanti gli spostamenti della merce lungo la supply chain.

1.6.3. L'EPCGLOBAL NETWORK

L'EPCglobal Network è una rete costituita dai sistemi informativi degli attori appartenenti a un'unica filiera che consente la condivisione e la fruizione di dati relativi alla movimentazione, tracciabilità e visibilità dei prodotti. La visione di EPCglobal è svincolata dalla tecnologia. Difatti, la struttura dell'EPCglobal Network è tale per cui la sua implementazione non dipende né da una particolare offerta tecnologica, né da una specifica azienda fornitrice di tecnologia e prevede la possibilità di utilizzare qualsiasi mezzo permetta di acquisire i codici EPC che sono alla base del suo funzionamento (74).

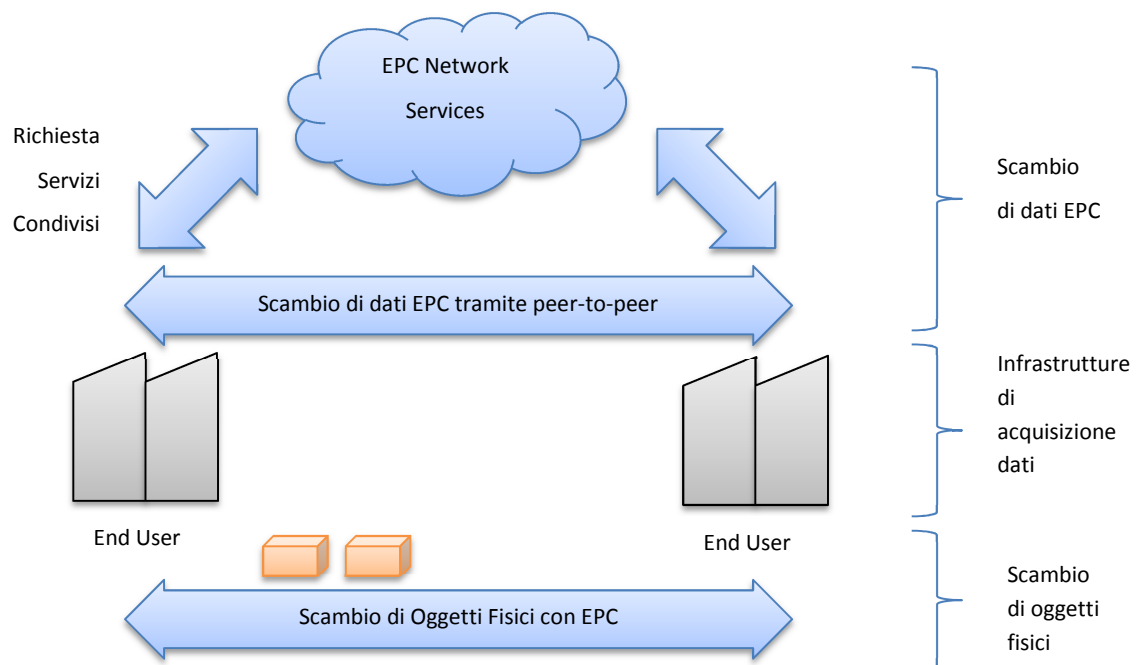


Figura 1 Composizione dell'EPCglobal Network

La struttura dell'EPCglobal Network, come raffigurato dal diagramma in Figura 1, si compone di tre aree macro (75):

- **SCAMBIO DI OGGETTI FISICI.** Gli End User movimentano oggetti fisici etichettati con tag EPC. Gli oggetti fisici sono prodotti commerciali, gli End User sono aziende appartenenti ad una supply chain, e lo scambio di oggetti fisici può avvenire tramite spedizione e ricevimento. L'EPCglobal Architecture Framework (76) definisce gli standard EPC per lo scambio di oggetti fisici, volti a garantire che qualora un End User

invii un oggetto fisico a un altro End User, quest'ultimo sarà in grado di determinare l'EPC dell'oggetto fisico e di interpretarlo correttamente.

- **INFRASTRUTTURA EPC PER L'ACQUISIZIONE DEI DATI.** Al fine di disporre di dati EPC da condividere, ciascun End User dispone di una struttura di processi in grado di generare nuovi EPC, di seguirne la movimentazione rilevandone gli EPC e di memorizzarne le informazioni all'interno di sistemi informativi aziendali. L'EPCglobal Network definisce gli standard per implementare gli elementi essenziali dell'architettura necessaria ad acquisire e memorizzare i dati (76). La struttura che memorizza tutti gli eventi associati alle letture RFID per renderli disponibili alla rete si chiama EPC Information Service (EPCIS).
- **SCAMBIO DATI EPC.** Gli End User traggono vantaggio dall'EPCglobal Network tramite lo scambio di dati, aumentando la visibilità dei prodotti parallelamente alla loro movimentazione fisica. Opportuni standard definiscono i protocolli di scambio e le interfacce per consentire una comunicazione chiara e l'accesso agli strumenti di supporto che semplificano lo scambio. Tra questi ricordiamo l'Object Naming Service (ONS) e il Discovery Service (DS). L'ONS è un registro globale che svolge funzionalità analoghe ai DNS (Domain Name Service) che, sulla base del codice EPC ricevuto, fornisce al EPC Middleware (software per raccogliere, archiviare e filtrare i dati ricevuti dai reader/lettori) l'indirizzo dell'EPCIS sul quale risiedono le informazioni relative al prodotto (77). Il DS è il registro di ogni EPCIS contenente informazioni relative ad un determinato prodotto che, muovendosi all'interno della supply chain, viene monitorato dai sistemi di lettura appartenenti a diversi partner commerciali, ciascuno dei quali memorizza nel proprio server EPCIS informazioni relative allo stato di quel prodotto; ognuno di questi server EPCIS segnala al proprio DS di appartenenza di possedere informazioni relative al prodotto tracciato³.

1.6.4. INTEROPERABILITÀ TRAMITE I WEB SERVICES

Dalla possibilità di realizzare architetture software scritte in linguaggi di programmazione diversi e implementate su piattaforme hardware diverse sorge la necessità di impiegare un sistema di comunicazione che garantisca l'interoperabilità tra diversi elaboratori sulla medesima rete. Il Web Service (o servizio web) è uno standard che risponde a queste esigenze offrendo un'interfaccia software impiegando la quale altri sistemi possono interagire con il Web Service stesso attivando le operazioni descritte nell'interfaccia tramite appositi "messaggi" inclusi in una "busta" (il protocollo più utilizzato è il SOAP- Simple Object Access

³ Nonostante i numerosi studi presenti in letteratura, ad oggi non esiste ancora uno standard globalmente riconosciuto per la definizione dei DS (86) (87) (89).

Protocol): tali messaggi sono, solitamente, trasportati tramite il protocollo http (Hypertext Transfer Protocol) e formattati secondo lo standard XML (Extensible Markup Language). I Web Services sono impiegati in tutti i progetti che coinvolgono la comunicazione di più attori remoti collegati tramite una qualsiasi rete di elaborazione (Intranet o Internet) (78) (79) (80) (81) (82)

2. DESCRIZIONE DEL SISTEMA

2.1. L'AZIENDA

Tra le aziende che hanno aderito al progetto di sperimentazione pilota, è stato scelto di implementare l'impianto RFID presso la supply chain di Miroglio Fashion Group. Miroglio è un'azienda italiana di abbigliamento e di tessuti, nata ad Alba in provincia di Cuneo. Oggi è un gruppo internazionale che vanta un fatturato consolidato di oltre un miliardo di euro e circa 11mila dipendenti in Italia e all'estero: è presente oggi in 34 Paesi con 59 società operative. La divisione abbigliamento comprende anche una propria rete di negozi, giunta oggi a contare oltre 1.900 monomarca.

Il Gruppo Miroglio opera oggi tramite due distinte società: Miroglio Fashion (nel settore abbigliamento) e Miroglio Textile (specializzata in tessuti, filo/filati e carta transfer). I marchi di abbigliamento che fanno capo al gruppo sono: Motivi, presente nel segmento “fast fashion”, creato negli anni '90 per un target di età dai 20 ai 35 anni; Oltre, fondato nel 2001 come naturale prosecuzione di Motivi per un pubblico over 30 e Fiorella Rubino, la proposta fast fashion come soluzione dedicata alle taglie generose.

La crescente richiesta di capi comodi ma dal taglio moderno e aggiornato, ha portato alla nascita di Elena Mirò, brand leader nel settore “conformato”. Fanno inoltre parte del segmento conformato Luisa Viola, Per Te by Krizia (sviluppato in partnership con la stilista milanese Mariuccia Mandelli) e Blu Time Fashion, indirizzato alle più giovani. La fascia “regolare” del mercato presenta i marchi Caractère, Diana Gallesi, Claudia Gil, Dream e Sym (83) (84).

2.2. LA SUPPLY CHAIN E I PROCESSI COINVOLTI

La supply chain di riferimento è composta da un CeDi localizzato a Pollenzo/Bra (CN) e da un punto vendita Elena Mirò sito nel centro outlet Fidenza Village presso Fidenza (PR) (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

Per ciascuno dei due attori coinvolti, sono stati individuati i processi logistici chiave destinati ad essere riorganizzati: seguendo la metodologia consolidata di re-ingegnerizzazione dei processi,.

Di seguito si elencano schematicamente i processi coinvolti, suddivisi tra i due attori:

- Centro di Distribuzione (CeDi)

- o **Ricondizionamento** (anche indicato come Slap&Ship o Labeling)
- o **Spedizione** (Shipping)
- Punto Vendita (PV)
 - o **Ricevimento** (Receiving)
 - o **Riassortimento** (Replenishment)
 - o **Fitting**
 - o **Vendita** (CheckOut)
 - o **Inventario** (Inventory)
 - o **Cerca Tag** (Tag Finder)

2.2.1. RICONDIZIONAMENTO (CEDi)

Il centro di distribuzione di Pollenzo riceve dai vari punti vendita del gruppo i capi resi, non venduti, al termine di ogni stagione: tali capi sono quindi destinati alla vendita presso i diversi outlet presenti sul territorio nazionale (tra cui il punto vendita Elena Mirò di Fidenza) e internazionale. Prima che ciò avvenga, ha luogo un'operazione preliminare di ricondizionamento, in altre parole ogni capo è riportato alle condizioni iniziali di vendita e associato ad un'etichetta di tipo outlet che andrà a sostituire quella originaria di negozio. Oltre a ciò, viene ristampata l'etichetta del collo (che nel caso di capi stesi identifica un singolo cartone, nel caso di capi appesi uno o più stendi abiti). La nuova etichetta outlet è ottenuta a partire da quella precedente previa lettura del codice a barre in formato GTIN13 (ex EAN13). Tramite un dispositivo portatile dotato di lettore di codici a barre e di un database contenente le informazioni di tutti i modelli, viene generato un segnale di stampa che, grazie all'infrastruttura di comunicazione Wi-Fi, è indirizzato a un'apposita stampante. La stampante, collocata su un carrello mobile auto-alimentato, segue l'operatore durante il processo. La nuova etichetta, diversamente da quella originale, reca informazioni differenti quali punto vendita di tipo outlet (identificato da un 2 come prima cifra del GTIN13 in sostituzione della cifra 8 del canale tradizionale), stagione di riferimento, punto vendita di destinazione, prezzo originale e sconto outlet.

Come più volte rimarcato, avendo il progetto la natura di sperimentazione, la proposta di re-ingegnerizzazione formulata è tale da costituire il minimo impatto con i processi esistenti. In questo caso, infatti, la soluzione adottata prevede di lasciare inalterate le attività operative, agendo soltanto a livello software sul terminale mobile, sostituendo le etichette esistenti con prototipi identici agli originali ma equipaggiati di tag RFID e sostituendo la stampante esistente con una identica ma dotata di supporto alla programmazione di etichette RFID. A supporto di tali attività, si è resa necessaria l'installazione di un pc server per la gestione della stampa.

2.2.2. SPEDIZIONE (CEDi)

Terminato il ricondizionamento, i capi sono pronti per essere spediti. Il processo di spedizione si articola nella comunicazione dei capi da spedire, mediante documento cartaceo, da parte del responsabile di magazzino al personale. Il personale stesso prepara la spedizione e, limitandosi ad un'ultima verifica visiva, carica i mezzi degli spedizionieri che portano i capi ai PV di destinazione. La spedizione può essere anche effettuata in più spedizioni parziali per rispondere a esigenze di ottimizzazione dei carichi e particolari necessità dei punti vendita destinatari. A ogni spedizione, di tipo punto-punto, si associa un documento di trasporto (in seguito indicato con DDT). I colli di stesi sono aggregati in pallet da 12-16 strati con quattro colli per ogni strato mentre gli appesi sono sistemati su stendi-abiti a rendere. Da un punto di vista quantitativo il processo di spedizione avviene con cadenza settimanale e prevede un flusso di prodotti che può variare di volta in volta tra i 300 e i 700 capi per singola spedizione, con punte di 1.500 elementi in prossimità dei cambi di stagione.

In questo caso, la proposta di re-ingegnerizzazione prevede l'impiego di una gabbia schermata per la lettura dei colli in spedizione, controllata da un terminale fisso collocato nei pressi della struttura. L'operatore, previa digitazione del numero di DDT al software di controllo, può avviare ed arrestare la lettura della gabbia, avendo la possibilità di confermare i capi letti ed escludere eventuali letture non previste, mediante filtro hardware.

2.2.3. RICEVIMENTO (PUNTO VENDITA)

Tramite un corriere, la merce perviene presso il punto vendita (in seguito PV) "Elena Mirò" di Fidenza. Il processo di ricevimento si attua solitamente in un'area esterna al negozio, accessibile al solo personale addetto; qualora le condizioni meteorologiche non siano favorevoli, può essere utilizzata un'area interna al negozio. Il processo consiste in un conteggio manuale e rapido del ricevuto, in relazione a quanto riportato sui DDT, dopo il quale il trasportatore viene congedato. La merce è stoccata temporaneamente nel retro-negozio e, in seguito, ha luogo il processo di apposizione dei dispositivi antitaccheggio. In realtà, questo passaggio rappresenta la prima vera opportunità per il personale del PV, di eseguire un controllo preciso e accurato del ricevuto poiché, in genere, la tendenza è liberare quanto prima il trasportatore. Il controllo di conformità avviene tipicamente a posteriori e le anomalie sono gestite sfruttando i successivi passaggi dello spedizioniere.

Le cause di queste inefficienze sono imputabili alla scarsa disponibilità di personale durante le fasi di ricevimento. Tale attività, infatti, avviene non di rado durante gli orari di apertura del negozio, ed è facile intuire le ripercussioni sulla gestione della clientela sottraendo risorse al personale al negozio; un'altra causa d'inefficienze è rappresentata dalle limitate dimensioni

dell'area di retro-negozio, che non consentono un'efficace gestione del flusso dei capi in arrivo: pertanto accade spesso che parte dell'area espositiva sia utilizzata come zona di stoccaggio temporaneo.

Con il duplice obiettivo di gestire il ricevimento dei capi utilizzando la tecnologia RFID e di migliorare le condizioni di operatività del personale nel punto vendita, la proposta di re-ingegnerizzazione del processo in ottica RFID prevede l'utilizzo di un terminale brandeggiabile⁴ per le attività di ricevimento sulla piazzola in esterno del negozio e di un punto fisso di lettura collocato all'interno del negozio. In entrambe le soluzioni, le operatrici del punto vendita, previa selezione del DDT e dei colli da ricevere, predispongono il software sugli elementi attesi e, dopo aver attivato la lettura, sono in grado di verificare immediatamente la presenza di tutto ciò che è atteso o disatteso. Sebbene le attività di ricevimento a livello operativo differiscano nelle due modalità previste, esse risultano totalmente analoghe dal punto di vista del software di controllo. In una prima fase del progetto era prevista la sola presenza del terminale mobile, ma a causa delle stesse ragioni per cui non è sempre possibile eseguire il ricevimento all'esterno, e data la scarsità di spazio all'interno, è stato previsto il riutilizzo del varco RFID, inizialmente pensato per svolgere le operazioni di ripristino. Per consentire l'interazione tra le operatrici e il varco fisso, è stato collocato in corrispondenza di esso, un PC touch screen di immediato utilizzo.

2.2.4. RIPRISTINO E CONTROLLO GIACENZA (PUNTO VENDITA)

Secondo le strategie di marketing aziendali, il punto vendita deve garantire la presenza a scaffale di almeno un capo per tutte le combinazioni taglia/colore dei modelli della stagione corrente. Questo comporta che, a seguito di ogni vendita, si generi una rottura di stock per quella particolare referenza. Il processo che prevede il riassortimento di ogni combinazione modello/taglia/colore in stock out è effettuato a discrezione delle commesse; questo può accadere qualora si rilevi la mancanza durante le normali operazioni di rotazione dei capi, attività prevista con ricorrenza bisettimanale, oppure all'occorrenza, qualora una cliente desideri quel particolare capo mancante. Se, a seguito di un controllo visivo oppure da interrogazione del sistema informativo aziendale, risulta che un particolare modello non è presente nemmeno in magazzino, allora si procede con l'effettuare l'ordine al CeDi.

Il processo re-ingegnerizzato prevede l'utilizzo di un varco dotato di antenne e lettore RFID, localizzato nel corridoio di transito tra il retro-negozio e l'area espositiva, e di un PC touch screen collocato nella medesima posizione. Il software di controllo, facilmente accessibile alle

⁴ Terminale mobile dotato di lettore RFID

operatrici, consente di monitorare il flusso dei capi transitanti attraverso il varco: per ogni capo in lettura il terminale ne mostra il codice di modello, la taglia, il colore e la sua attuale collocazione. L'attività di monitoraggio è totalmente automatica e basa le sue decisioni su una semplice considerazione: se un capo è visto transitare dal varco allora la sua sistemazione muterà da area espositiva a retro-negozio e viceversa, essendo due soltanto le locazioni plausibili. L'utilizzo di timer opportuni garantisce l'automazione del processo.

Per gestire ogni genere di anomalia, è comunque possibile intervenire manualmente, sia escludendo alcuni capi dalla movimentazione, sia forzando attivamente lo spostamento verso una delle due aree. Per evitare che la merce vada in stock out, è stato realizzato un modulo di business intelligence, accessibile dal cruscotto logistico denominato "Dashboard", grazie al quale vengono indicati quei capi che hanno subito una vendita negli ultimi giorni e che risultano ancora disponibili in retro-negozio. La commessa, dopo aver stampato su carta l'elenco dei capi da ripristinare, può compiere tale attività. Come strumento di supporto alla procedura di ripristino, lo stesso terminale è reimpiegato per la consultazione del database delle giacenze al fine di ottenere immediatamente il valore quantitativo di ciascuna combinazione taglia/colore per un modello selezionato. La selezione avviene mostrando un capo "civetta" al varco attivato, l'operatrice interrompe la lettura e seleziona il record corrispondente al capo che ha in mano e il software ne mostra la giacenza in area espositiva e retro-negozio per ogni combinazione di taglia e colore. Un altro strumento accessibile dal terminale offre la possibilità di visualizzare un bozzetto grafico a partire da un modello selezionabile da menu a tendina, utile per rintracciare in magazzino un capo presente sulla lista di prelievo e del quale non si rammentano le fattezze.

2.2.5. VENDITA (PUNTO VENDITA)

Il processo di vendita avviene secondo le modalità consuete: il cliente porge i capi da acquistare all'operatrice di cassa la quale, per ciascun capo, ne rimuove il dispositivo antitaccheggio, rimuove l'etichetta del prezzo e ne legge il codice a barre mediante il lettore ottico collegato alla cassa. A questo punto il cliente paga e i capi escono dal negozio. Il software di gestione accessibile dalla cassa, aggiorna le giacenze totali e si sincronizza con il sistema informativo di Miroglio secondo una certa ricorrenza.

La riprogettazione in chiave RFID ha previsto l'installazione di un lettore sotto la cassa a cui sono collegate due antenne: la prima collocata direttamente sotto il ripiano di appoggio per la lettura cumulativa dei capi, attivabile previa pressione di un pulsante; la seconda, in continua lettura, installata all'interno di un contenitore per lo stoccaggio delle etichette dei venduti, quest'ultimo schermato per impedire eventuali interferenze di lettura.

Al momento della vendita, l'operatrice preme il pulsante di lettura ed il sistema invia al software di cassa il codice GTIN13 appartenente a ciascun capo rilevato, emulando il comportamento del lettore ottico. Dopo aver rimosso i dispositivi antitaccheggio e le etichette RFID, l'operatrice effettua un rapido controllo sulle quantità dei capi in scontrino, quindi procede con le operazioni di pagamento ed in fine inserisce ciascuna etichetta RFID nel contenitore metallico. Il processo così ripensato, eliminando la lettura serializzata mediante lettore ottico, genera un consistente risparmio di tempo.

2.2.6. FITTING (PUNTO VENDITA)

Questo processo consiste nella prova dei capi che il cliente compie all'interno dei camerini. Tramite la sistemazione di antenne RFID dietro le pareti in cartongesso dei camerini, è possibile leggere tutti i capi che sono provati e memorizzarne i dati a sistema. Questi dati, incrociati con le vendite successive, forniscono un'indicazione utile su quali capi attirino maggiormente l'attenzione dei clienti, a maggior ragione se questi si traducono poi in vendita. I dati generati sono fruibili da un altro modulo di business intelligence, sempre accessibile dalla Dashboard.

2.2.7. INVENTARIO (PUNTO VENDITA)

L'operazione di inventario è un'attività onerosa per diversi aspetti, principalmente per quanto riguarda il tempo di svolgimento ed il numero di risorse coinvolte; pertanto avviene solo in circostanze particolari, come il rinnovo per fine stagione o per evidenti anomalie riscontrate nelle giacenze.

La sperimentazione della tecnologia RFID consente di valutare diverse soluzioni atte a semplificare enormemente queste operazioni. Il processo di inventario è attuabile secondo due modalità: utilizzando il terminale brandeggiabile, oppure mediante Inventory Bag, uno strumento che coniuga le elevate capacità di lettura di un lettore fisso con le esigenze di mobilità. Durante i primi mesi di sperimentazione, l'utilizzo del terminale brandeggiabile ha evidenziato prestazioni insufficienti, sia dal punto di vista dell'accuratezza di lettura, che dal punto di vista della praticità nell'utilizzo quotidiano. Queste problematiche sono all'origine dello sviluppo dell'Inventory Bag. Grazie a questo strumento è possibile compiere un inventario completo delle due aree del negozio in 30 minuti circa, costituendo, di fatto, una vera e propria rivoluzione del concetto stesso di inventario: non più un'attività onerosa ed extra-ordinaria, ma un processo che può essere compiuto quotidianamente. L'inventory Bag è costituita da una borsa a tracolla contenente un reader RFID tipicamente usato nei varchi fissi,

un'antenna far-field⁵, un adattatore LAN – Wi-Fi e una batteria di alimentazione, il tutto pensato per essere trasportabile senza eccessivo sforzo, dato il peso complessivo di circa 4 kg. Un pc palmare dotato di interfaccia Wi-Fi, serve come unità di controllo dello strumento.

2.2.8. CERCA TAG (PUNTO VENDITA)

L'efficienza delle operazioni di ripristino è strettamente connessa all'abilità che l'operatore possiede nell'associare mnemonicamente un codice di modello al capo da rintracciare. Per aiutare l'addetto in quest'attività è stato sviluppato un processo con l'obiettivo di rendere la ricerca di un capo particolare oppure di una classe di capi, molto rapida ed efficace. Questo processo, denominato Cerca tag, sfrutta la variazione del numero di letture al secondo che un lettore RFID misura al variare della distanza del tag dalla sorgente di emissione. Il processo è attuabile sia mediante il terminale brandeggiabile, che tramite l'Inventory Bag. Dopo aver selezionato un modello oppure un codice EPC da ricercare ed aver attivato la lettura, l'operatore ode un suono generato dal sistema non appena giunge in prossimità dell'oggetto cercato. A questo punto interrompe la ricerca mediante il terminale e procede manualmente avendo ristretto il campo di ricerca a poche decine di centimetri di distanza.

⁵Vedi Appendice A - Glossario

2.3. DESCRIZIONE DEL FLUSSO DI MOVIMENTAZIONE PRODOTTI

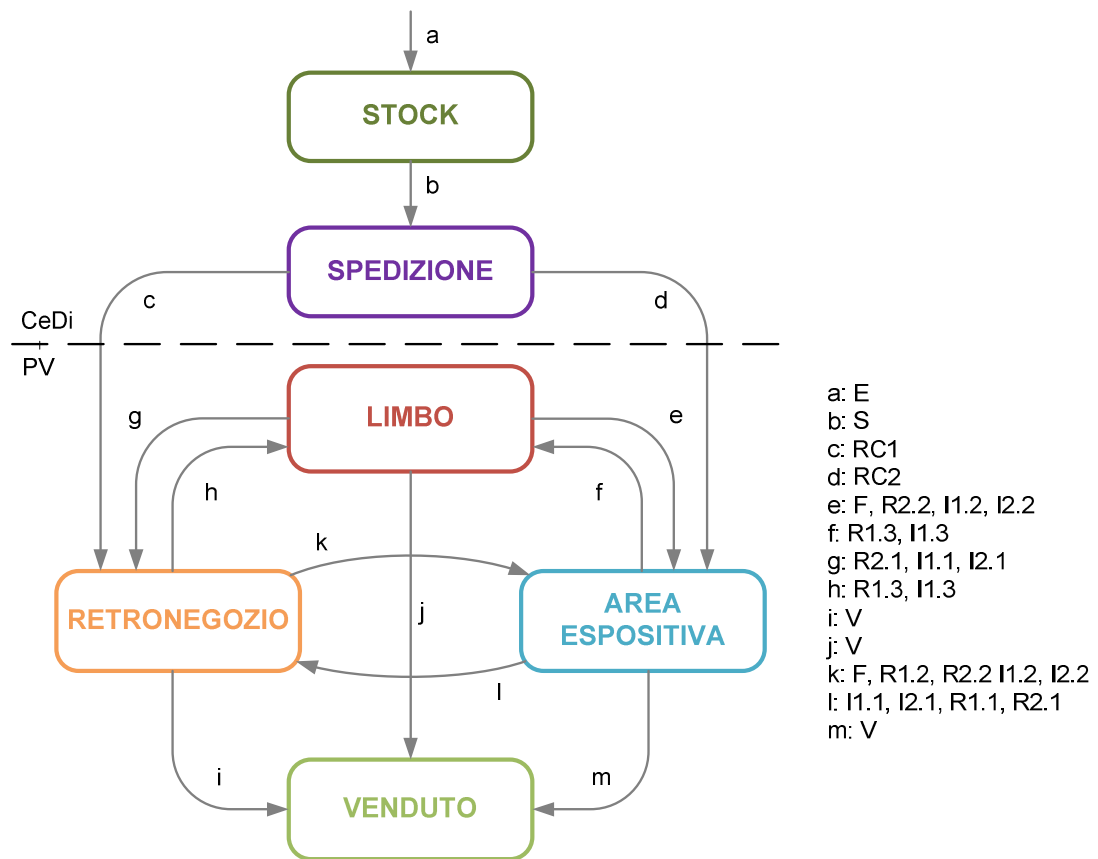


Figura 2 Il Flusso dei Prodotti

Con riferimento al diagramma degli stati in Figura 2 è qui descritto il flusso che i capi subiscono dall'etichettatura alla vendita. Ogni processo logistico modifica lo stato di un capo, individuato dal parametro denominato *biz-location*, che definisce la localizzazione virtuale dei prodotti all'interno del sistema informativo.

1. **Ricondizionamento.** All'origine della storia di un capo tracciato, il processo di ricondizionamento (E) pone i capi nello stato di STOCK.
2. **Spedizione.** Il processo di spedizione (S) trasferisce i capi nello stato di SPEDIZIONE. A questo punto i capi lasciano il CeDi per il PV
3. **Ricevimento.** Il ricevimento può avvenire in due modi secondo la localizzazione scelta per tale attività: i capi vengono collocati in RETRONEGOZIO mediante RC1, oppure in AREA ESPOSITIVA mediante RC2.
4. **Ripristino.** Il ripristino (Rx.y) è definito in base a due caratteristiche: se il processo avviene automaticamente allora viene indicato con $x = 1$, se il processo è eseguito manualmente allora $x = 2$; la seconda caratteristica è la direzione di movimentazione:

definiamo con $y=1$ la direzione verso RETRONEGOZIO, con $y=2$ la direzione verso AREA ESPOSITIVA e con $y=3$ la direzione verso LIMBO.

5. **Inventario.** Il processo di inventario ($Ix.y$) può essere eseguito in due modalità: totale ($x=1$) o parziale ($x=2$). Se a seguito di un inventario il capo è movimentato verso RETRONEGOZIO avremo $y=1$, verso AREA ESPOSITIVA $y=2$, verso LIMBO $y=3$. La differenza tra le modalità totale e parziale consiste nel diverso trattamento dei capi attesi e non letti, ovvero che risultano presenti nella zona di interesse al momento dell'avvio del processo ma che non hanno subito una lettura RFID. Nell'inventario totale questi sono spostati nel LIMBO(I1.3), mentre nell'inventario parziale sono lasciati inalterati. In entrambe le modalità di utilizzo, (totale o parziale) i capi letti (siano essi attesi o non attesi) sono confermati in RETRONEGONZIO (I1.1,I2.1) oppure in AREA ESPOSITIVA (I1.2, I2.2)
6. **Limbo.** La zona denominata LIMBO è stata introdotta per gestire certe anomalie causate dall'impossibilità da parte del ripristino automatico nello stabilire verso quale zona movimentare i capi. Ciò accade, ad esempio, nel caso in cui due capi localizzati in zone differenti sono letti simultaneamente. Non potendo stabilire la direzione presunta, il software invita l'utente a intervenire manualmente indicando la direzione di movimentazione; qualora non fosse eseguito alcun intervento, allo scadere del timer entrambi i capi, e con essi tutti gli eventuali altri letti, sono spostati nella zona d'incertezza, o LIMBO (R1.3). Dal limbo i capi possono muoversi verso il RETRONEGONZIO mediante un ripristino manuale (R2.1) oppure un inventario totale (I1.1) o parziale (I2.1); sempre dal limbo i capi possono muoversi verso l'AREA ESPOSITIVA tramite un processo di Fitting (F), tramite un ripristino manuale (R2.2) oppure tramite un processo di inventario (I1.2,I2.2); dal limbo i capi possono infine essere venduti (V) qualora nessun altro processo li rilevasse.
7. **Fitting.** Il processo di Fitting (F) lascia inalterata la posizione dei capi in AREA ESPOSITIVA, qualora essi ivi si trovino, oppure li movimenta dal RETRONEGOZIO o dal LIMBO all'AREA ESPOSITIVA, nel caso in cui il ripristino per qualche ragione fallisca.
8. **Vendita.** I capi raggiungono, infine, lo stato VENDUTO, tramite il processo di vendita(V) e possono provenire dall'AREA ESPOSITIVA o da qualunque altra locazione del punto vendita.
9. **Trash.** Nel caso in cui fosse necessario eliminare fisicamente un'etichetta, occorre rimuovere la sua presenza anche dalla giacenza cui appartiene. Ciò accade quando un'etichetta, separata involontariamente dal capo cui era associata, è rinvenuta dal personale senza poterne rintracciare il capo di provenienza. Il personale, in questo

caso, recupera le informazioni di modello-taglia-colore-prezzo dal sistema gestionale del negozio e, tramite l'applicazione di ristampa, genera una nuova etichetta da apporre al capo. Per gestire questi casi limite non è prevista la presenza di uno stato specifico. La prassi seguita prevede, infatti, la cancellazione manuale del dato dai database e dai repository EPCIS.

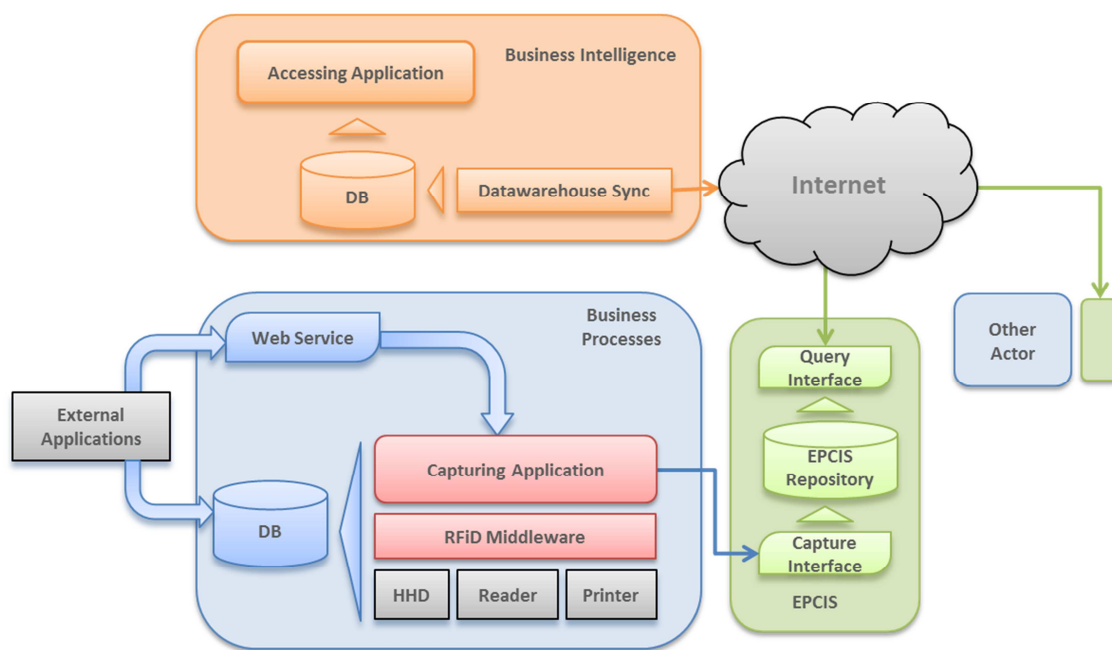


Figura 3 Schema Logico a Blocchi dell'Architettura Software

2.4. COMPOSIZIONE LOGICA DELL'IMPIANTO SOFTWARE

Il diagramma riportato in Figura 3, descrive la composizione logica a blocchi dell'architettura software dell'impianto. Per ciascun attore si può individuare l'unità di Business Process, che si occupa di implementare le logiche di business e di controllo dell'hardware, e il modulo EPCIS, ovvero l'insieme degli elementi che consentono di implementare un repository EPCIS. Le logiche di business si occupano di acquisire e gestire gli input dagli utenti, controllare i vari dispositivi RFID, interagire con apparecchiature esterne quali i pc della cassa nel punto vendita o il terminale di etichettatura nel CeDi. La memorizzazione dei dati di lettura e degli eventi EPCIS è inoltrata al modulo EPCIS tramite l'interfaccia di Capture, la quale traduce le richieste di memorizzazione in un record strutturato, registrato nel repository EPCIS. Lo stesso modulo, mediante l'interfaccia di Query, offre l'accesso a chiunque abbia la necessità di utilizzare le informazioni contenute nel repository EPCIS.

L'accesso ai dati EPCIS ha una duplice natura: da un lato consente lo svolgimento del processo di ricevimento presso il punto vendita mediante controllo sugli attesi, dall'altro lato, permette

alla Dashboard di raccogliere da entrambi gli attori le informazioni necessarie a costruire una visualizzazione razionalizzata dei dati logistici.

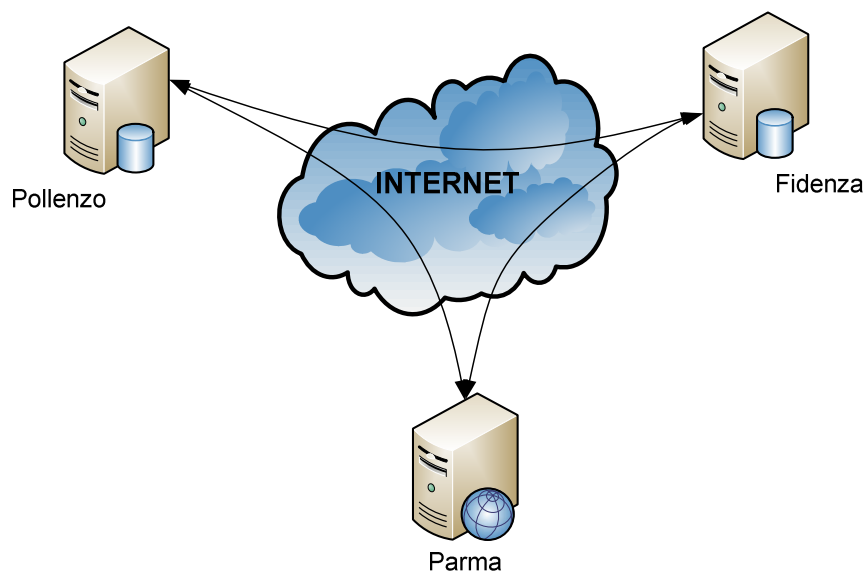


Figura 4 Composizione della Rete del Progetto

2.5. ARCHITETTURA DEL SISTEMA INFORMATIVO

Il sistema informativo, come illustrato dalla figura Figura 4 è distribuito sui tre attori coinvolti nel progetto: il CeDi di Pollenzo, il punto vendita a Fidenza e RFIDLab a Parma.

2.5.1. ARCHITETTURA DEL CeDi

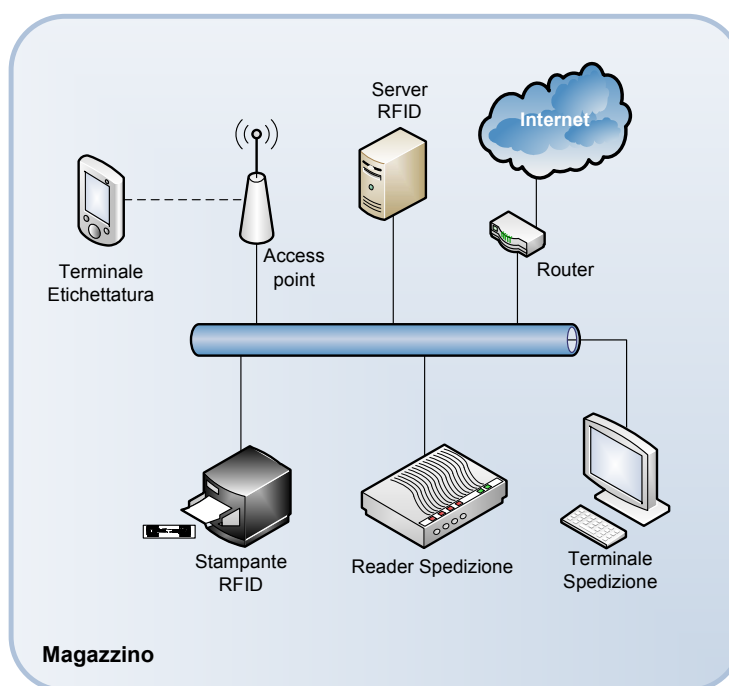


Figura 5 Composizione Hardware CeDi

Nel centro di distribuzione sono collocati i seguenti elementi (Figura 5):

- un pc server ospitante il software che implementa i processi di business, il middleware di controllo dei dispositivi RFID, il database di configurazione dei processi e il repository EPCIS;
- un lettore RFID cui sono collegate quattro antenne di tipo far-field, dedicato al processo di spedizione, collocato all'interno di una struttura metallica a gabbia;
- un pc fisso, dedicato alle attività di spedizione, ospitante l'interfaccia di controllo interagente con gli operatori;
- una stampante RFID per la generazione delle etichette ricondizionate e la programmazione serializzata del chip, dotata di interfaccia Wi-Fi per garantire la connettività di rete senza fili, collocata su un carrellino mobile con batteria di alimentazione;
- un terminale mobile RFID per il processo di spedizione alternativo all'utilizzo della gabbia;
- un terminale mobile dotato di lettore di codici a barre e database delle anagrafiche per il processo di ricondizionamento;
- l'infrastruttura di rete, cablata e Wi-Fi, per l'interconnessione dei vari elementi con la possibilità di accedere da e verso il server tramite Internet.

2.5.2. ARCHITETTURA DEL PUNTO VENDITA

Nel punto vendita sono presenti i seguenti elementi (Figura 6):

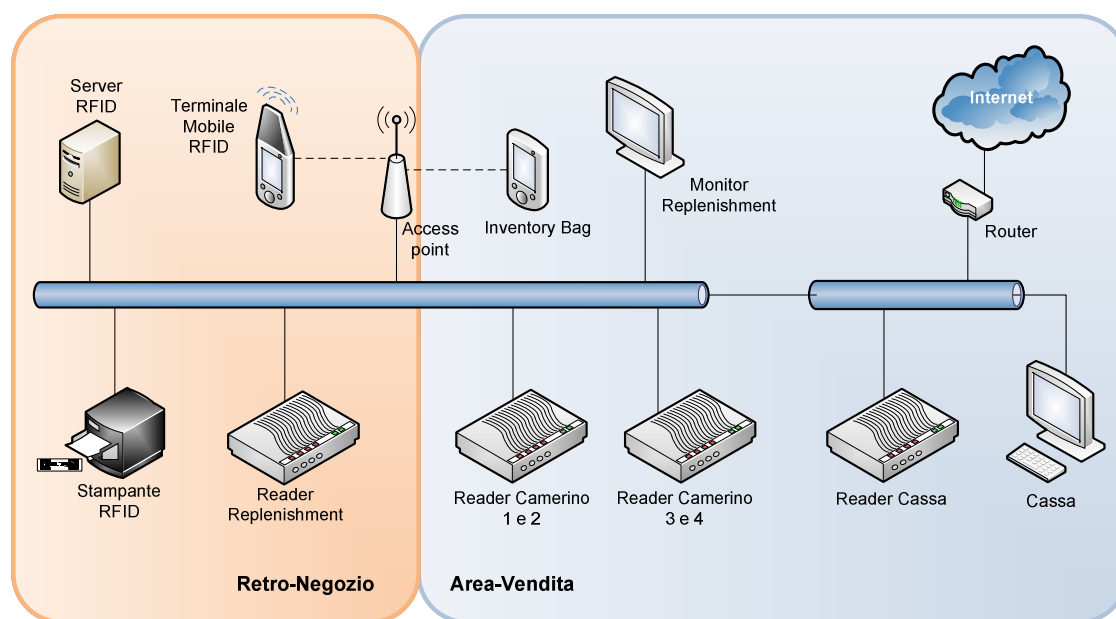


Figura 6 Composizione Hardware PV

- un pc server, identico a quello situato nel CeDi, ospitante il software che implementa i processi di business, il middleware di controllo dei dispositivi RFID, il database di configurazione dei processi e il repository EPCIS;
- un lettore RFID fisso a cui sono connesse quattro antenne di tipo near-field⁶, collocato nel corridoio di collegamento tra retro-negozio e area vendita per la lettura dei capi nei processi di ripristino e di ricevimento;
- un pc touch-screen montato sulla parete del corridoio di collegamento tra retro-negozio e area vendita, per il controllo dei processi di ripristino, di ricevimento e attività accessorie;
- due lettori RFID a cui sono collegate due antenne ciascuno, per la lettura dei capi dai quattro camerini di prova, nei processi di Fitting;
- un lettore RFID con due antenne di tipo near-field, collocato sotto il banco della cassa per la lettura dei capi nel processo di vendita;
- un terminale mobile RFID per eseguire l'inventario, il cerca tag oppure il processo di ricevimento;
- una borsa a tracolla con all'interno un lettore RFID fisso, denominato anche Inventory Bag, per eseguire le operazioni di inventario e cerca tag; un pc palmare con scheda Wi-Fi consente di attivare/arrestare le letture e di visualizzare l'output del processo;
- una stampante RFID per la rigenerazione di etichette smarrite o per l'etichettatura di capi provenienti da altri punti vendita, non passanti per il CeDi;
- un terminale di cassa dotato di lettore di codici a barre, dal quale si effettuano le consuete operazioni di cassa ed è possibile consultare oltre ai dati del software gestionale di Miroglio, anche l'interfaccia di Dashboard;
- l'infrastruttura di rete, cablata e Wi-Fi, per l'interconnessione dei vari elementi con la possibilità di accedere da e verso il server tramite Internet.

2.5.3. ARCHITETTURA DI RFID LAB

A completare l'elenco degli elementi coinvolti dal progetto di sperimentazione, si aggiunge il pc server installato presso il laboratorio RFID Lab, ospitante il servizio di interfaccia di Dashboard e il sistema di recupero dei dati dai due repository EPCIS. Il server possiede, infatti, le credenziali di accesso tramite Internet ai due server installati presso il CeDi ed il punto vendita.

⁶ Vedi Appendice A - Glossario

3. SVILUPPO

In questo capitolo, partendo dalla descrizione della base dati utilizzata, si introduce e si delinea nei particolari l'architettura del middleware e delle applicazioni realizzate. Con riferimento al linguaggio di modellazione UML (85), sono quindi descritti gli applicativi relativi ai processi coinvolti. Durante l'esposizione saranno introdotti i principali eventi EPCIS, evidenziandone i particolari più rilevanti.

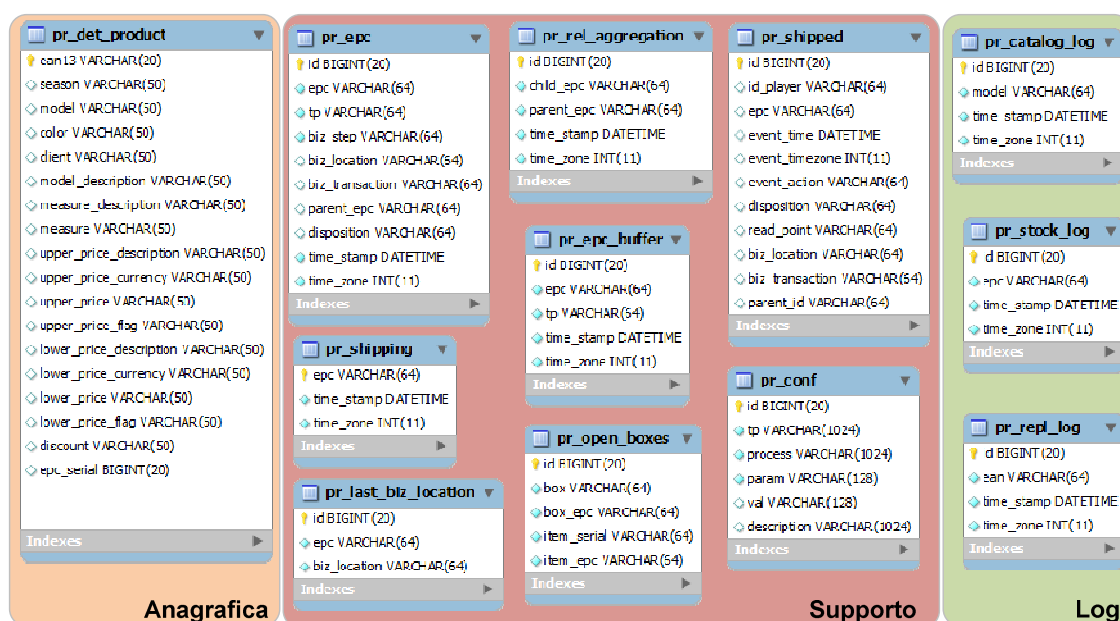


Figura 7 Le Tabelle PROCESS

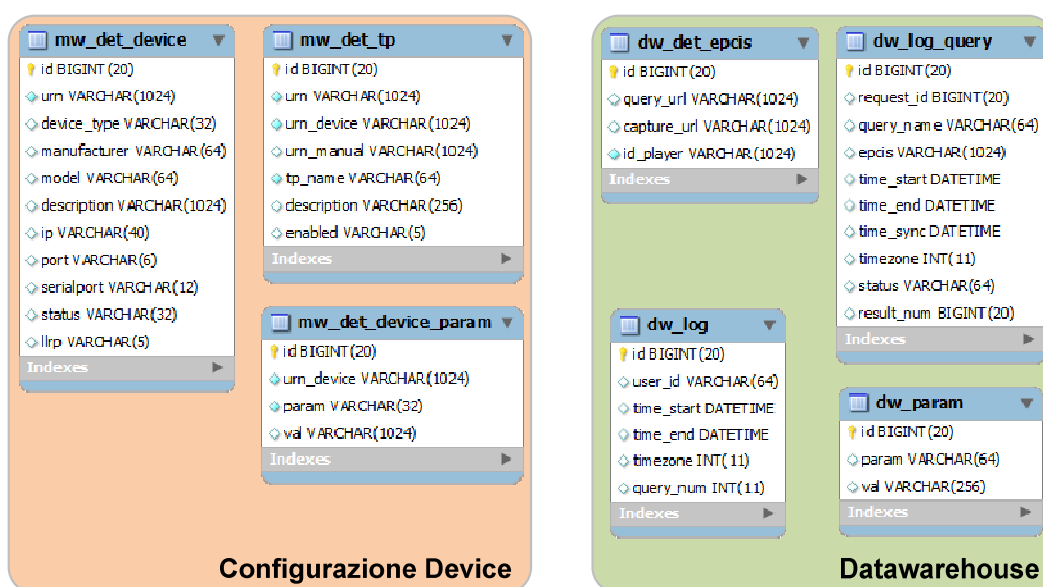


Figura 8 Le Tabelle MIDDLEWARE (a) e DATAWAREHOUSE (b)

3.1. LA BASE DATI

Il ruolo del database è fondamentale per il funzionamento del middleware: esso garantisce la persistenza dei dati nel tempo, rendendo il sistema tollerante ai guasti, e offre strumenti consolidati finalizzati alla memorizzazione e al recupero delle informazioni. Seguendo il modello di sviluppo ER (Entità – Relazione), in questa sezione s'intende offrire una rappresentazione quanto più esaustiva della base dati realizzata.

Il database è utilizzato per contenere la configurazione di tutte le applicazioni che interagiscono con il server e le impostazioni e dell'intero parco hardware, ma anche per supportare il funzionamento dei processi. Alcune tabelle sono adibite a buffer interoperazionali per consentire uno scambio dei dati sicuro tra le componenti del sistema. Il database contiene, oltre alle anagrafiche dei prodotti tracciati e dei dispositivi ad esso collegati, anche il registro degli accessi a funzioni chiave per il calcolo di metriche prestazionali.

Le tabelle si suddividono in tre gruppi:

- **Supporto ai processi:** tabelle per la gestione dell'anagrafica, per la configurazione dei processi, e per la memorizzazione degli eventi. Sono identificate dal prefisso "pr" (Figura 7).
- **Configurazione dei device:** tabelle atte alla configurazione dei dispositivi, dei parametri ad essi associati e dei tracking point. Sono identificate dal prefisso "mw" (Figura 8a).
- **Supporto al datawarehouse:** identificate dal prefisso "dw" sono tabelle create a supporto del servizio di sincronizzazione dei dati tra server EPCIS; esso è presente solo nei sistemi del punto vendita e di RFID Lab, pertanto le tabelle dw non sono presenti nel Cedi (Figura 8b).

3.1.1. LE TABELLE PROCESS (PR)

La tabella **pr_epc** per molti aspetti ricorda la struttura di un repository EPCIS, infatti contiene tutti i parametri costituenti gli eventi di tipo Capture. La tabella è utilizzata come registro di tutte le letture compiute in ciascuno dei processi monitorati: essa ricopre un ruolo fondamentale nella determinazione delle metriche di misurazione prestazionali dell'impianto, calcolate nel corso della sperimentazione.

La tabella **pr_last_biz_location** registra per ogni codice EPC letto, l'ultima *biz_location* in cui il capo tracciato è stato collocato a seguito di un processo. La tabella contiene una semplice associazione tra l'EPC(che è anche chiave primaria) e il codice SGLN della *biz_location*. La

tabella è costantemente aggiornata a seguito di ogni evento EPCIS in grado di modificare la *biz_location* di un capo.

La tabella ***pr_det_product*** contiene l'anagrafica di tutti i prodotti monitorati. I record sono generati in fase di etichettatura, nel momento in cui il terminale mobile invoca un servizio del middleware per la stampa di una nuova etichetta. La chiave dell'interrogazione è il codice GTIN13, letto tramite lettore di codici a barre, che costituisce la chiave primaria della tabella. Le informazioni relative a ciascun capo sono necessarie per la stampa in chiaro delle informazioni riportate sulle etichette, come mostrato in Figura 9. L'aggiunta di un nuovo record è vincolata alla univocità del GTIN13 fornito, ciò significa che, in caso di record già presente, la tabella resta immutata. L'anagrafica del punto vendita viene aggiornata periodicamente, contestualmente alla sincronizzazione dei dati delle spedizioni.

La tabella ***pr_conf*** rappresenta l'insieme delle proprietà di configurazione di ciascun processo e contiene una lista di parametri chiave-valore specificati per ogni *biz_step* (o processo) attivo.

La tabella ***pr_rel_aggregation*** contiene l'associazione capo – collo di spedizione ed è utilizzata sia in fase di spedizione che di ricevimento come modello di confronto tra i dati attesi e le letture RFID per segnalare eventuali capi mancanti o non attesi. Questa tabella è popolata durante il processo di etichettatura nel CeDi e durante la sincronizzazione nel punto vendita.

La tabella ***pr_shipping*** è utilizzata per immagazzinare le informazioni relative ai colli pronti per la spedizione; ciascun collo è creato in fase di etichettatura, utilizzato durante la spedizione ed eliminato al termine della stessa.

La tabella ***pr_shipped*** contiene i colli processati da una spedizione e che possono aver subito una modifica nel loro contenuto; ogni record associa un capo al collo in cui è contenuto. Questa tabella è popolata al termine di una spedizione effettuata nel CeDi ed è utilizzata dal modulo di sincronizzazione nel punto vendita per popolare la locale tabella ***pr_rel_aggregation***, su cui si basa il processo di ricevimento.

La tabella ***pr_epc_buffer*** nasce con lo scopo di contenere temporaneamente i dati di lettura del processo di ripristino nel punto vendita. I record sono creati dal processo server ricevente le letture dal campo mentre l'applicazione client, periodicamente in ascolto sulla tabella, cattura e gestisce le nuove letture per governare l'interfaccia e controllare i timer. La tabella viene ripulita ad ogni reset e al termine del processo.

La tabella ***pr_open_boxes*** ha lo scopo di fornire supporto al processo di etichettatura memorizzando i colli aperti dall'operatore e non ancora ultimati.



Figura 9 Relazione tra i Campi dell'Anagrafica e Etichetta Stampata

3.1.2. LE TABELLE MIDDLEWARE (MW)

La tabella **mw_det_device**, i cui record sono definiti univocamente dal GID (general identifier), contiene i parametri comuni a tutti i dispositivi: nome del produttore, nome del modello, tipo di dispositivo (reader, printer o mobile), indirizzo IP e porta. Un flag indica se il dispositivo supporta il protocollo standard Low Level Reader Protocol (LLRP⁷) o meno.

Per i parametri specifici di ogni dispositivo si utilizza la tabella **mw_device_param**, che associa ad un GID una lista di parametri definiti come coppia chiave-valore: la chiave primaria consiste nell'associazione tra GID e chiave del parametro.

L'esigenza di tenere separato il device fisico dal tracking point logico nasce dall'opportunità di poter sostituire un dispositivo fisico, ad esempio in caso di guasto, senza per questo apportare modifiche al campo *read point*, che assume una valenza astratta. L'associazione device fisico –

⁷ Vedi Appendice A - Glossario

tracking point logico è definito nella tabella ***mw_det_tp***, la cui chiave primaria è il GID del tracking point⁸.

Nelle Capture EPCIS, in corrispondenza del campo *read point* è utilizzato il codice identificativo del tracking point (GID). Talvolta, è necessario generare eventi di tipo Capture a seguito di un'operazione manuale anziché di letture RFID: in questi casi si utilizza il *manual_tp*, ovvero un GID specifico per segnalare che la lettura non è avvenuta a seguito di un evento RFID, bensì manuale; tale campo è specificato nella medesima tabella ***mw_det_tp***.

3.1.3. LE TABELLE DATAWAREHOUSE (DW)

La tabella ***dw_epcis*** contiene l'anagrafica dei server EPCIS coinvolti nel meccanismo di sincronizzazione: ad un *id_player*, identificativo univoco di un attore, è associato l'URL relativo all'interfaccia di Query del server EPCIS, destinatario delle richieste di aggiornamento. L'URL di Capture non viene utilizzata.

La tabella ***dw_log*** e ***dw_log_query*** registrano la durata e l'esito di una singola sincronizzazione, tradotto in un NO_RESULT sotto la colonna status, nel caso in cui non sia stato scaricato nessun dato, oppure QUERY_COMPLETED altrimenti. Nel caso del server di RFIDLab, per ciascun evento di sincronizzazione, sono invocate due diverse query EPCIS con destinazione i due server remoti, sorgenti dei dati da aggiornare.

La tabella ***dw_param*** contiene i parametri di configurazione del processo di sincronizzazione, organizzati per coppia chiave-valore, tra cui la frequenza di aggiornamento.

Le tabelle DW non sono presenti nel database del CeDi poiché il sistema ivi installato non richiede alcuna sincronizzazione.

3.2. IL MIDDLEWARE

Lo scopo del middleware è quello di separare logicamente le attività svolte dai dispositivi che acquisiscono dati dal campo, come letture di tag RFID oppure oscuramenti di fotocellule, ma anche il controllo della stampa di etichette, dalle applicazioni di alto livello che si occupano di manipolare dati astratti e di interagire con utenti fisici o software gestionali di terze parti.

⁸ In questo contesto i termini *tracking point* e *read point* sono sinonimi.

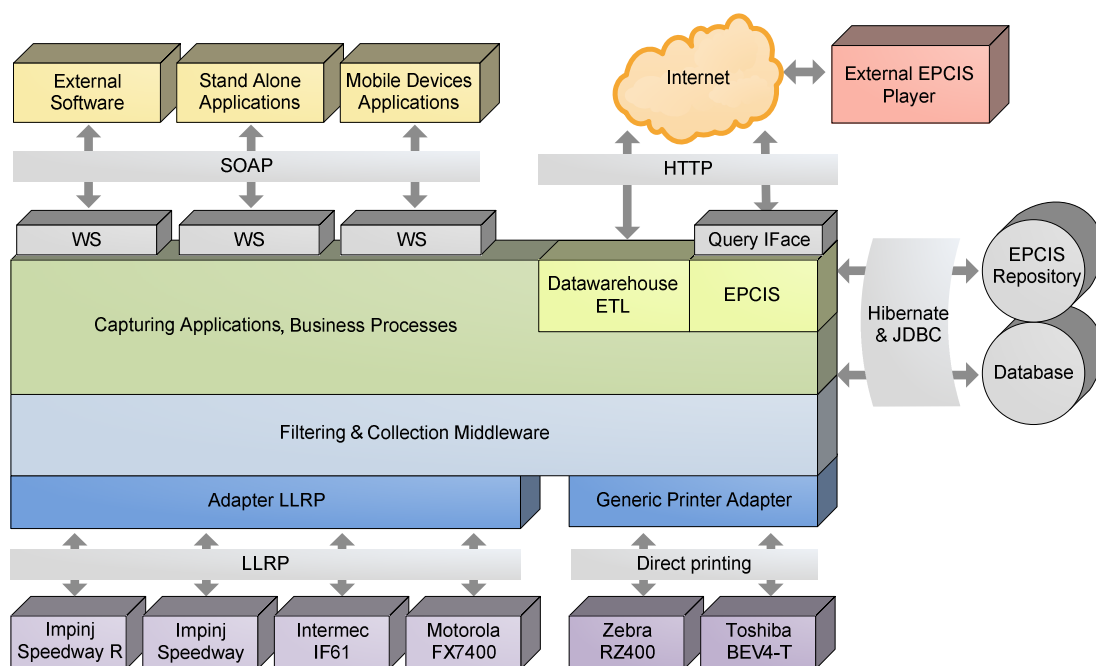


Figura 10 Architettura Logica del Middleware RFID

Il middleware RFID è composto di quattro differenti livelli software (Figura 10), ciascuno adibito ad astrarre il livello sottostante rendendo i dati grezzi via via più raffinati e arricchiti di significato:

- **Livello di controllo dei dispositivi:** comprende l'insieme degli adapter⁹ e dei driver per il controllo dei dispositivi di lettura e delle stampanti RFID.
- **Livello di filtraggio e raccolta dei dati:** espone ai livelli superiori una generalizzazione delle metodologie di accesso ai dispositivi; gestisce le configurazioni dei dispositivi; trasforma i dati di lettura eliminando i duplicati; intercetta eventi di trigger predefiniti; predispone i template con i parametri forniti e gestisce la coda di stampa.
- **Livello di elaborazione di processi di business:** implementa i processi di business dal lato server; genera gli eventi Capture EPCIS, gestisce l'accesso al database dei dati e delle configurazioni; espone i web service per l'integrazione con le applicazioni esterne.
- **Livello applicazioni utente e sincronizzazione:** implementa il lato dei processi di business che s'interfacciano con gli utenti finali; gestisce la sincronizzazione automatica dei dati da attori remoti.

Il medesimo approccio alla suddivisione logica del software per la definizione del middleware RFID è stato seguito per lo sviluppo degli applicativi per i terminali mobili. Questi nascondono

⁹ Vedi Appendice A - Glossario

infatti una logica di stratificazione idonea a mantenere separato l'accesso all'hardware RFID, specifico per ogni produttore, dalle funzionalità a livello utente.

3.2.1. IL LIVELLO DI CONTROLLO DEI DISPOSITIVI

Questo livello definisce il cuore dell'intero sistema. La gestione dei dispositivi è progettata con l'obiettivo di minimizzare l'utilizzo delle risorse. A ogni oggetto fisico è associata l'istanza di un oggetto virtuale al ricevimento della prima richiesta di accesso alla risorsa, come mostrato dall'activity diagram in Figura 11a.

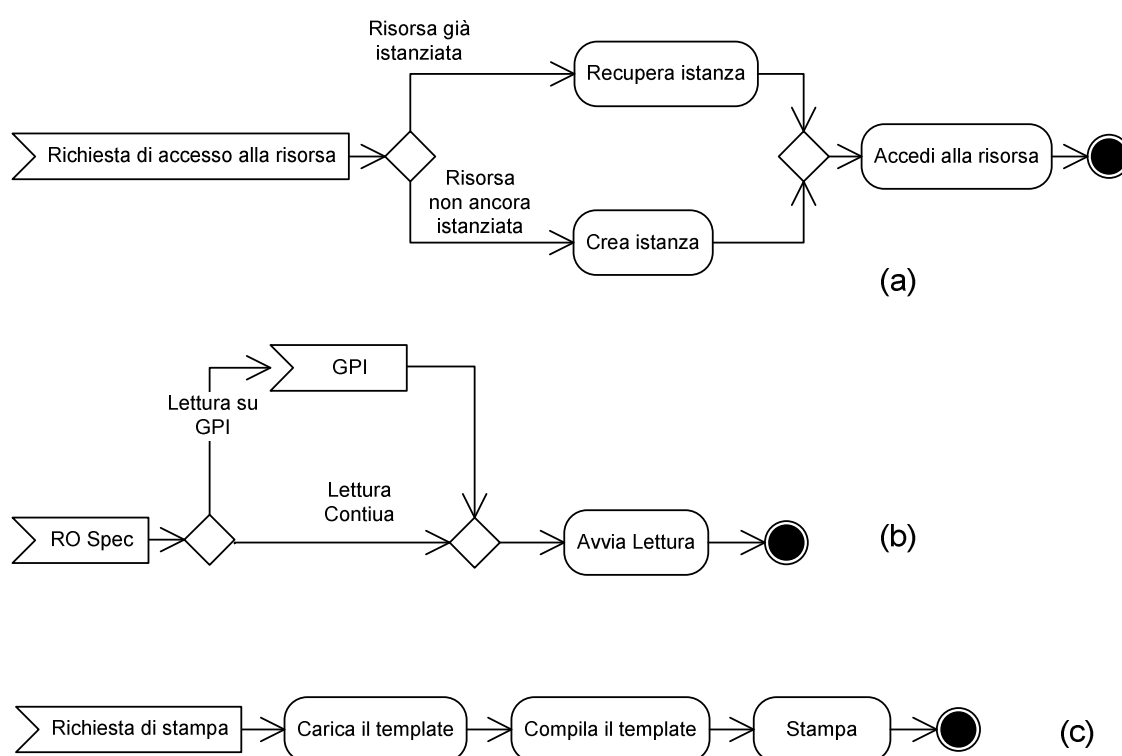


Figura 11 Activity Diagram dei Principali Moduli di Controllo dei Dispositivi

Il protocollo LLRP prevede diverse modalità di attivazione delle letture. Qualora richiesto dal processo, può essere utilizzato uno degli input generici del dispositivo (GPI) per attivare la lettura (Figura 11b). Lo stesso protocollo consente di controllare in ogni istante lo stato degli output generici (GPO), ad esempio nel caso di un segnalatore acustico o luminoso di feedback.

Il processo di stampa, seguendo lo standard diffuso tra i produttori di stampanti industriali, prevede l'utilizzo di template generici parametrizzati, definiti secondo un linguaggio solitamente proprietario:

- **ZPL** – Zebra Programming Language
- **TPCL** – TEC Printer Command Language

Ogni template è costituito da un listato di comandi definenti i parametri essenziali di generazione di una stampa, tra cui la dimensione dell'etichetta di stampa, il layout del testo e di eventuali immagini oppure la produzione di codici a barre. La programmazione RFID si realizza mediante specifici comandi, cui occorre fornire, oltre naturalmente al codice serializzato per l'identificazione, il tipo di tag, la potenza di scrittura e la posizione del tag all'interno dell'etichetta. Quest'ultimo parametro è critico per l'efficacia del processo di programmazione poiché determina la precisione dell'allineamento tra l'antenna di programmazione e il tag RFID. Quanto più l'allineamento è preciso, tanto più si riducono le probabilità di fallimento nella programmazione del tag. La stampa di un'etichetta ha luogo istantaneamente seguendo una procedura lineare: ricevuta la richiesta il middleware carica il template opportuno, lo compila con i campi specificati e lo invia alla stampante (Figura 11c). Per definire in modo dinamico i campi variabili tra una stampa e l'altra, come ad esempio il seriale univoco del tag da programmare, nel template di origine sono inseriti dei codici facilmente riconoscibili, cui si sostituisce di volta in volta il valore corretto (Figura 12).

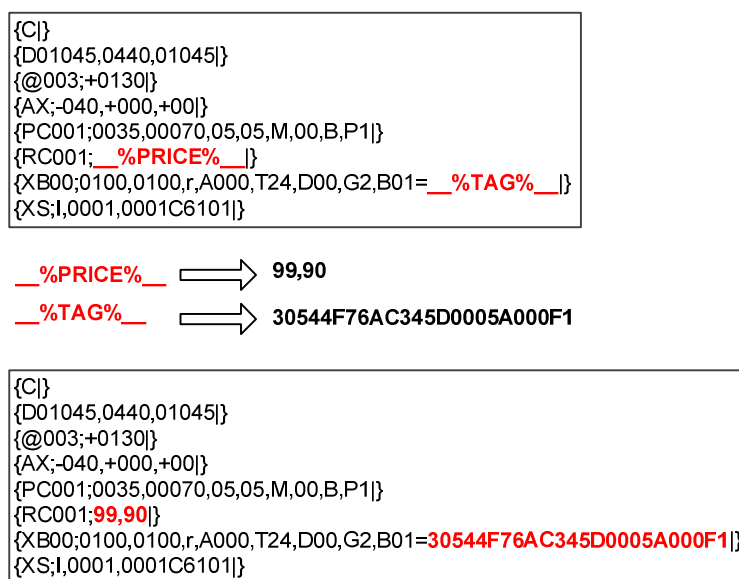


Figura 12 Esempio di Compilazione di un Template di Stampa

3.2.2. IL LIVELLO DI FILTRAGGIO E RACCOLTA DEI DATI

Questo livello ha il compito di mediare tra le richieste di lettura che pervengono dai livelli superiori, e i dati grezzi derivanti dal campo. I dispositivi di lettura RFID possono generare dati duplicati, a causa del funzionamento intrinseco del processo: ciò consiste in una serie successiva di interrogazioni alla ricerca di tag, con frequenza di polling solitamente dell'ordine di qualche decina di millisecondi. Ne consegue che il numero di volte al secondo in cui ogni singolo tag viene letto (definito come **read rate**, o tasso di lettura) è dell'ordine delle decine di secondi. Le applicazioni di alto livello difficilmente necessitano di conoscere il **read rate**

(tranne in certi casi particolari come il “Cerca Tag”), perciò nasce l’esigenza di filtrare i dati duplicati. In Figura 13 si mostra un diagramma esplicativo del processo decisionale per la rimozione dei duplicati.

Dopo che il dato di lettura, filtrato, è inviato ai livelli superiori come risposta ad una richiesta di lettura, l’evento associato è storicizzato in una tabella del database locale, ossia *pr_epc*. La condivisione dei dati tramite accesso a tale tabella costituisce un’ulteriore modalità di scambio dati tra i livelli.

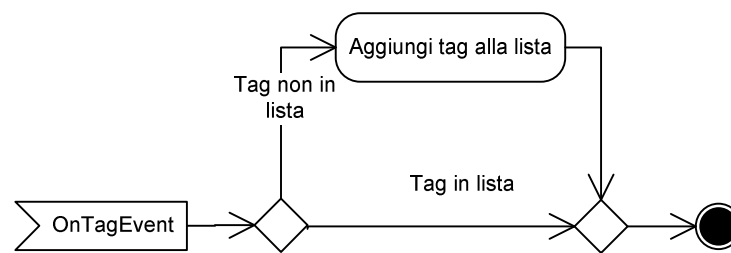


Figura 13 Processo Decisionale di Rimozione delle Letture Dupliche

3.2.3. IL LIVELLO DI ELABORAZIONE DEI PROCESSI DI BUSINESS

Salendo di un gradino sulla scala della suddivisione logica si incontra il livello che racchiude le implementazioni dal lato server, dei processi di business. Rappresenta i moduli software che permettono alle applicazioni client-side di interagire con i dati, di acquisire le letture RFID dai livelli inferiori, di configurare e lanciare la stampa di un’etichetta e di generare eventi di Capture EPCIS. L’accesso delle applicazioni esterne a questi moduli è garantita dalla presenza di interfacce di comunicazione, realizzate secondo lo standard SOAP (§1.6.3).

Quello che segue è un estratto di codice che illustra come viene creata ed invocata una query EPCIS:

```

EpcisEvent object = new EpcisEvent();
object.setAction(EpcisUtil.ACTION_ADD);
object.setBizLocation(pe.getBizLocation());
object.setBizStep(pe.getBizStep());
object.setDisposition(pe.getDisposition());
object.setEpc(pe.getEpc());
object.setEvent(EpcisUtil.EVENT_OBJECT);
object.setEventTime(pe.getTimeStamp());
object.setEventTimezone(pe.getTimeZone());
object.setReadPoint(pe.getTp());
object.setObjectExtensions(extensions);
  
```

```

    events.add(object);
if (epcis != null && captureUrl != null && !events.isEmpty())
{
    r = epcis.capture(captureUrl, events);
}

```

3.2.4. IL LIVELLO APPLICAZIONI UTENTE E SINCRONIZZAZIONE

L'ultimo livello nella suddivisione logica racchiude le applicazioni client-side che interagiscono con il middleware attraverso i web service o mediante accesso diretto al database. Il modulo Datawarehouse ETL¹⁰ implementa i meccanismi di sincronizzazione automatica per il recupero di dati contenuti su server remoti. E' utilizzato nel server del punto vendita per il recupero dei dati ricevimento e per l'aggiornamento delle anagrafiche prodotti; è inoltre impiegato dal server della Dashboard per aggiornare il repository locale delle informazioni su cui costruire le interfacce del cruscotto.

3.2.5. IL MIDDLEWARE MOBILE

Come descritto dal diagramma in Figura 14 Architettura Logica del Middleware Mobile, il middleware mobile mostra nel livello inferiore un insieme di driver specifici per ogni modello di dispositivo. Ciascun produttore fornisce una libreria specifica con cui il programmatore può avere accesso all'hardware. Secondo la metodologia scelta per lo sviluppo del driver, i dispositivi possono differire in maniera sostanziale nel modo in cui forniscono le letture. Tale diversità ha reso necessaria l'adozione di una logica ad adapter, al fine di garantire uniformità nell'accesso all'hardware. Il livello intermedio, analogamente a quanto realizzato per il middleware RFID, è adibito anche al filtraggio dei dati duplicati nelle letture. Le applicazioni di livello superiore pertanto non devono curarsi del modello di lettore RFID effettivamente presente. Tramite la connettività Wi-Fi, le applicazioni sono in grado di comunicare mediante protocollo SOAP con i web service del middleware RFID.

¹⁰ ETL è l'acronimo di "Extract, Transform and Load", un'espressione tipicamente impiegata per riferirsi al processo di estrazione, trasformazione e caricamento dei dati in un sistema di Datawarehouse

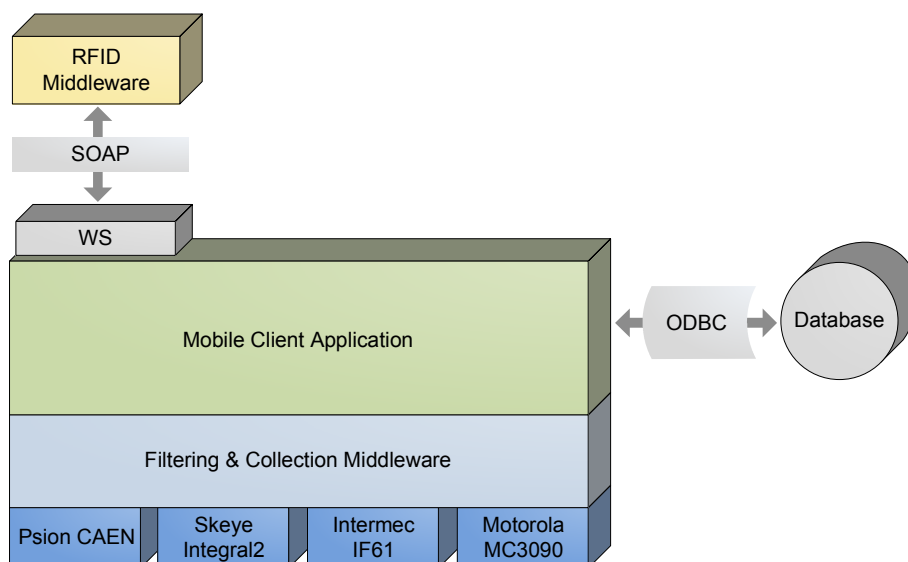


Figura 14 Architettura Logica del Middleware Mobile

I terminali mobili, a prescindere dal modello e dal produttore, sono dispositivi contraddistinti dalle limitate risorse a disposizione, sia in termini di memoria RAM che di capacità di calcolo: ciò comporta l'adozione di politiche ferree per la progettazione del software, volte a risparmiare ove possibile le risorse disponibili. L'approccio più diffuso consiste nel limitare quanto più possibile le operazioni compiute sui singoli tag letti, durante la lettura RFID. A lettura ultimata, la lista dei tag letti è inviata al middleware RFID, che elabora i dati e genera, qualora previsto dal processo, gli eventi di Capture da segnalare al repository EPCIS. Al termine dell'elaborazione il server invia al terminale mobile le indicazioni per segnalare l'output del processo all'utente, come esplicitato nel Sequence Diagram in Figura 15.

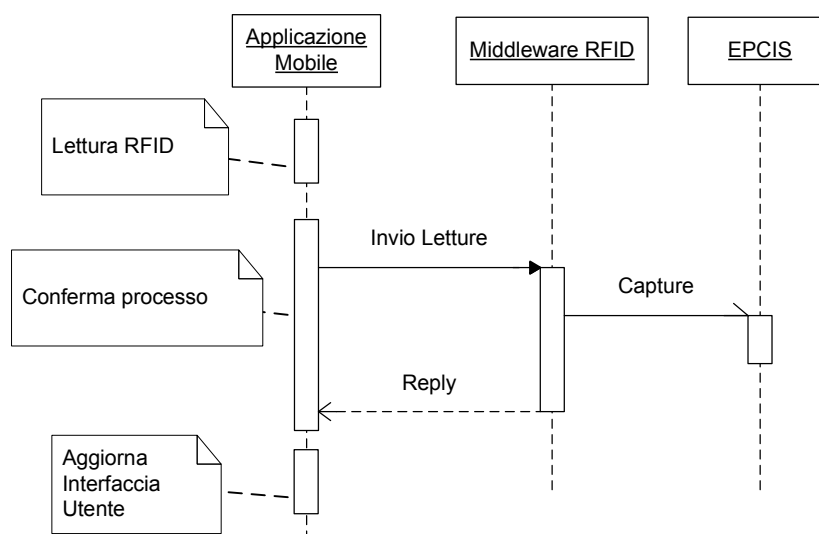


Figura 15 Interazione tra Applicazione Generica su Terminale Mobile e Middleware RFID

3.3. RICONDIZIONAMENTO

3.3.1. DESCRIZIONE DEL PROCESSO

Dopo aver ricevuto l'ordine di ricondizionamento, l'operatore sulla base del documento cartaceo, individua i capi da etichettare ed il punto vendita di destinazione. Se il punto vendita segnalato corrisponde a quello oggetto della sperimentazione, l'operatore preleva la stampante RFID collocata su carrello mobile, altrimenti utilizza la stampante tradizionale senza supporto RFID.



Figura 16 Terminale Utilizzato per il Ricondizionamento dei Capi

Giunto in postazione, l'operatore utilizza il terminale palmare per l'avvio del processo (). La prima fase prevede la selezione del punto vendita affinché anche il software del terminale sia allineato con le richieste riportate sul documento cartaceo. Se il punto vendita corrisponde all'outlet di Fidenza allora viene impostata come stampante da utilizzare quella dotata di supporto RFID e viene predisposta la comunicazione con il middleware RFID; in caso contrario il processo avviene come in precedenza, ovvero utilizzando direttamente la stampante senza modulo RFID. Il diagramma dei casi d'uso (Figura 17a) evidenzia la distinzione tra le due modalità operative.

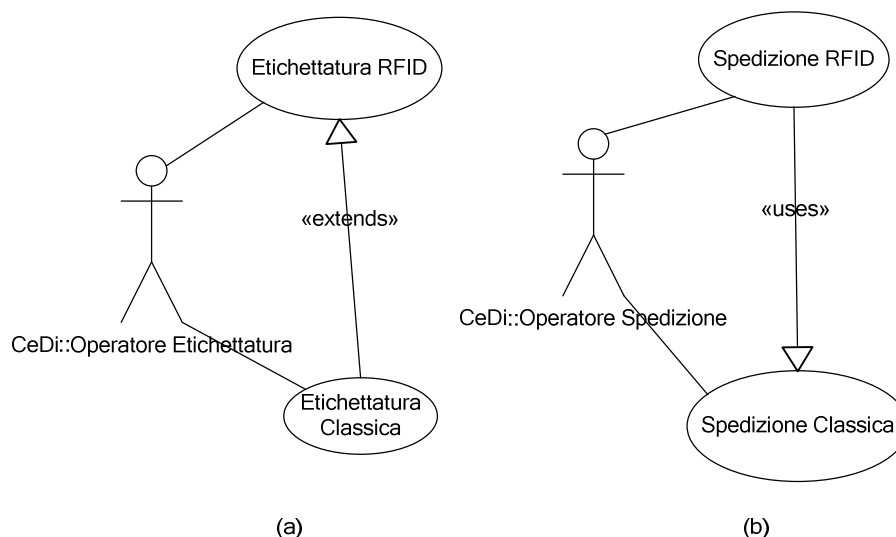


Figura 17 Casi d'Uso per i Processi di Ricondizionamento (a) e Spedizione (b)

Dopo la selezione del punto vendita, l'operatore stabilisce se processare capi appesi o stesi ed apre un collo, ovvero impartisce al sistema il comando di predisporre ad associare ogni successivo capo etichettato al collo appena aperto, sino alla chiusura dello stesso. L'etichettatura di un collo avviene tramite la lettura del codice a barre dell'etichetta preesistente. L'operatore, quindi determina il numero di etichette da generare per quella referenza e conferma al sistema l'invio del comando di stampa. Il sistema, ricevuti il codice a barre ed il numero di elementi da creare, recupera dal database delle anagrafiche (preinstallato a bordo) tutte le informazioni relative al capo, quali nome del modello, taglia, colore, prezzo originale, prezzo outlet, sconto effettuato ed una serie di altri parametri utili per la tracciabilità del capo. Le informazioni raccolte sono inviate mediante protocollo SOAP al middleware RFID, il quale espone il Web Service necessario all'invocazione della stampa. Il middleware compila il template di stampa relativo al layout delle etichette ricondizionate, inserendo i dati raccolti nelle posizioni opportune; domanda poi al database RFID un nuovo seriale univoco per la referenza segnalata ed invia, infine, il comando di stampa con tutti i dati elaborati.

La codifica con cui è programmato il tag apposto sul capo corrisponde ad un SGTIN avente i seguenti campi:

- **Codifica:** Sgtn-96;
- **Filtro:** pari a 1 se si tratta di capi stesi, 2 altrimenti;
- **Company Prefix:** di lunghezza pari a 7; unito all'item reference riproduce il GTIN13 del capo di partenza;

- **Item Reference:** di lunghezza pari a 6 (lunghezza del company prefix + lunghezza dell'item reference = lunghezza del GTIN13, $7 + 6 = 13$);
- **Serial Number:** seriale univoco identificativo del capo. L'ultima cifra del seriale (l'unità) distingue gli EPC generati a Pollenzo ("...xxx0") da quelli generati a Fidenza ("...xxx1").

La stampante produce infine le etichette ricondizionate e programmate con il seriale univoco. L'operatore ripete la lettura del codice a barre e la conferma di stampa per tutte le referenze del collo, finché decide di chiuderlo. Ricevuto il comando di chiusura del collo, il terminale invoca un ulteriore web service esposto dal middleware per la generazione di un secondo tipo di cartellino, pensato per l'identificazione del collo e riportante le informazioni relative al cliente, alla settimana, all'identificativo del terminale di lettura, al numero seriale interno del collo, al numero di capi contenuti e al seriale dell'EPC relativo.

La codifica con cui è programmato il tag del collo corrisponde ad un SSCC avente i seguenti campi:

- **Codifica:** Sscc-96;
- **Filtro:** pari a 1 se si tratta di capi stesi, 2 altrimenti;
- **Company Prefix:** 8 caratteri di lunghezza; valore costante pari a 95100046 (company prefix di RFIDLab);
- **Serial Number:** seriale univoco identificativo del collo.

Il diagramma dei casi d'uso (Figura 17b) presenta le due attività che l'operatore può trovarsi a gestire: in questo caso il processo di etichettatura RFID si presenta come un evento particolare di etichettatura classica. ulteriori attività emergono unicamente a livello software, nella diversa gestione che il terminale opera sulla destinazione dei dati di stampa: nel caso RFID viene invocato il web service del middleware RFID, in caso contrario viene invocata una stampa diretta, senza nodi intermedi.

3.3.2. COMPOSIZIONE HARDWARE

Da un punto di vista operativo, la reingegnerizzazione in ottica RFID non ha comportato sostanziali modifiche al processo di composizione hardware. Il pc palmare utilizzato è di tipo Motorola MC75 dotato di interfaccia Wi-Fi e lettore di codici a barre. Il database delle anagrafiche è installato localmente sul terminale per escludere ritardi nella generazione delle etichette dovuti ad una interrogazione di database remoto. L'interfaccia Wi-Fi consente la comunicazione con il middleware RFID. La stampante è di tipo Zebra RZ400, identica sia nell'aspetto che nelle funzionalità a quella solitamente impiegata per la stampa di etichette

non RFID. La programmazione del tag RFID avviene mediante inserimento di un comando specifico nel template di stampa.

Le etichette utilizzate sono state realizzate appositamente per il progetto: ciascuna di esse è costituita da un tag “Web” UHF Class1 Gen2 fornito da Upm Raflatac, inserito in due strati di materiale cartaceo plastificato per rendere il cartellino meccanicamente resistente. Per ridurre al minimo l’impatto visivo del tag, uno dei due strati presenta il lato interno colorato con una tonalità scura, uniformando così il contrasto (Figura 18).

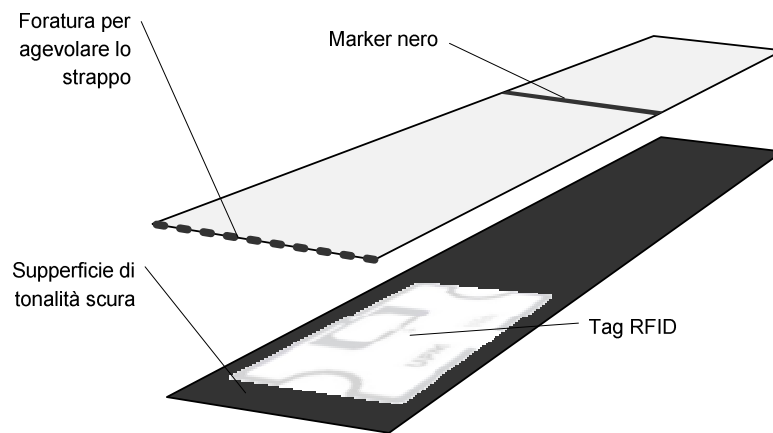


Figura 18 Composizione dell'Etichetta Re-ingegnerizzata

3.3.3. EVENTI EPCIS

Segue un elenco dei messaggi di capture EPCIS generati durante il processo. L’evento di etichettatura di un capo è del tutto analogo all’evento di etichettatura di un collo. Nel campo denominato “EPCList” si è scelto di indicare un solo prodotto per singolo evento; ne consegue che per ogni singolo capo è generato un singolo evento, a fronte di un solo evento per una lista di capi. La scelta è motivata dal fatto che, durante l’esecuzione di una query, il recupero delle informazioni risulta più rapido a scapito di un’apparente ridondanza dei dati.

Evento di etichettatura di un capo

Generazione del capo con seriale 30:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<epcis:EPCISDocument
  xmlns:xsi=http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance
  xmlns:epcis="urn:epcglobal:epcis:xsd:1"
  xmlns:epcglobal="urn:epcglobal:xsd:1"
  xsi:schemaLocation="urn:epcglobal:epcis:xsd:1 EPCglobal-
```

```

epcis-1_0.xsd"
  creationDate="2008-03-16T22:13:16.397+01:00"
  schemaVersion="1.0">
<EPCISBody>
  <EventList>
    <ObjectEvent>
      <eventTime>2008-03-16T22:13:16.397+01:00</eventTime>
      <eventTimeZoneOffset>+01:00</eventTimeZoneOffset>
      <epcList>
        <epc> urn:epc:tag:sgtin-96:1.2500021.761105.30</epc>
      </epcList>
      <action>ADD</action>
      <bizStep> urn:rfdilab:bizstep:fashion:slap&ship
</bizStep>
      <disposition>ready_to_ship</disposition>
      <readPoint>
        <id> urn:epc:id:gid:95100046.200.1</id>
      </readPoint>
      <bizLocation>
        <id> urn:epc:id:sgln:95100046.102.1</id>
      </bizLocation>
      <bizTransactionList>
        <bizTransaction>
          69127
        </bizTransaction>
      </bizTransactionList>
    </ObjectEvent>
  </EventList>
</EPCISBody>
</epcis:EPCISDocument>

```

Evento di aggregazione di un capo in un collo

Il capo con seriale 30 è aggregato al collo 123. Si noti la presenza del capo ParentEpc e l'assenza del campo BizTransaction:

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<epcis:EPCISDocument
  xmlns:xsi=http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance
  xmlns:epcis="urn:epcglobal:epcis:xsd:1"

```

```

xmlns:epcglobal="urn:epcglobal:xsd:1"
xsi:schemaLocation="urn:epcglobal:epcis:xsd:1 EPCglobal-
epcis-1_0.xsd"
creationDate="2008-03-16T22:13:16.397+01:00"
schemaVersion="1.0">
<EPCISBody>
  <EventList>
    <AggregationEvent>
      <eventTime>2008-03-16T22:13:16.397+01:00</eventTime>
      <eventTimeZoneOffset>+01:00</eventTimeZoneOffset>
      <childEpcList>
        <epc> urn:epc:tag:sgtin-96:1.2500021.761105.30</epc>
      </ childEpcList >
      <action>ADD</action>
      <bizStep> urn:rfidlab:bizstep:fashion:slap&ship
</bizStep>

<disposition>urn:epcglobal:epcis:disp:fmcg:unknown</disposition>
  <readPoint>
    <id> urn:epc:id:gid:95100046.200.1</id>
  </readPoint>
  <bizLocation>
    <id> urn:epc:id:sgln:95100046.102.1</id>
  </bizLocation>
  <parentEpc>urn:epc:tag:sscc-
96:1.95100046.123</parentEpc>
  </AggregationEvent>
</EventList>
</EPCISBody>
</epcis:EPCISDocument>

```

3.4. SPEDIZIONE

3.4.1. DESCRIZIONE DEL PROCESSO

L'operatore, utilizzando una postazione dotata di un pc fisso, interagisce con il software di controllo per la selezione dei colli da spedire e l'immissione del codice DDT da associare alla transazione. Il processo prevede il controllo di un singolo collo per volta: una volta attivata la

lettura, sono visualizzati i capi letti, i capi mancanti e gli eventuali non attesi. Al termine della lettura, l'operatore può confermare la spedizione del collo processato.

Qualora fossero presenti capi mancanti, l'operatore effettua una verifica manuale, per accertarsi della effettiva mancanza o della mancata lettura del capo (quando, ad esempio, la composizione del tessuto è tale da rendere difficoltosa la lettura del tag); in questo caso è possibile confermare manualmente attivando la casella di controllo posta accanto alla riga corrispondente.

Nel caso fossero presenti capi non attesi, l'operatore può decidere di ignorarli (qualora sussistano, si tratta di interferenze o falsi positivi), oppure può includerli ugualmente nella spedizione, ridefinendo la composizione virtuale del contenuto del collo. Per definizione, i capi non attesi non sono inclusi nella spedizione del collo in lettura, ovvero la casella di controllo accanto a ciascun record compare deselezionata di default: l'associazione di tali capi al collo deve essere stabilita manualmente dall'operatore. Alla conferma del processo, qualora alcuni capi non attesi risultino deselezionati, l'applicazione ne segnala la presenza domandando all'utente la volontà di procedere; un avviso analogo compare anche nel caso sussistano capi residui tra i mancanti.

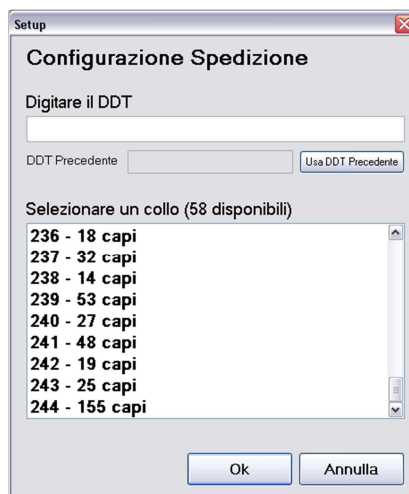


Figura 19 Interfaccia di Configurazione di una Spedizione

In Figura 19 è mostrata la schermata di configurazione del processo attraverso cui l'operatore digita il numero di DDT e seleziona il collo da spedire tra i 58 disponibili.

In Figura 21 sono mostrate le tre schermate del processo in funzione: in (a) sono rappresentati 19 capi non ancora letti, appartenenti al collo 242 del DDT 59450; in (b) gli stessi capi risultano letti completamente; in (c) sono invece mostrati 32 capi non attesi durante l'elaborazione del collo 238

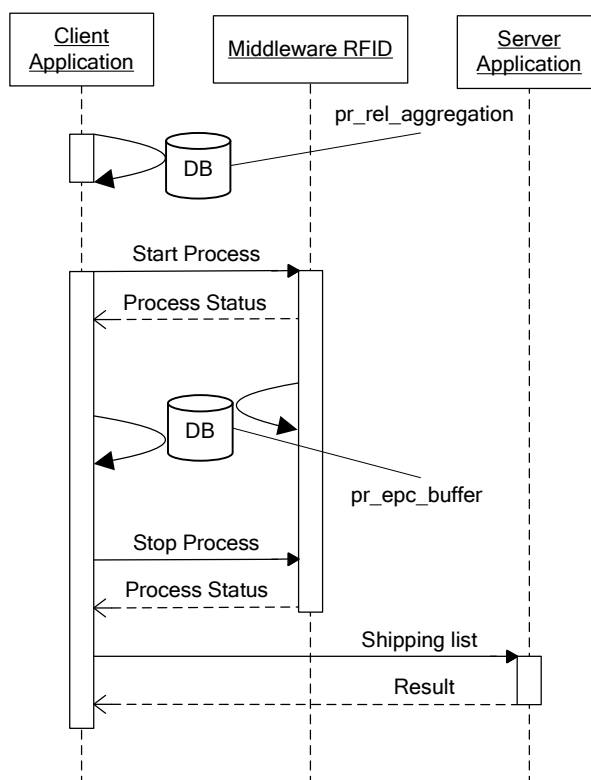


Figura 20 Sequence Diagram Relativo al Processo di Spedizione

Nell'architettura del processo sono individuabili quattro distinti moduli software, come si evince dal sequence diagram in Figura 20:

- **Client Application (CA):** l'applicazione di controllo interagente con l'utente.
- **Middleware RFID (MW):** controllo dell'hardware e salvataggio delle letture su tabella buffer.
- **Server Application (SA):** processo di conferma movimentazione capi e generazione eventi EPCIS.
- **Database (DB):** contenitore delle informazioni relative alle aggregazioni collo-item e del buffer di scambio per le letture RFID

Inizialmente, la CA recupera da DB la lista dei colli disponibili per la spedizione dalla tabella *pr_shipping*. L'utente, selezionando un collo determina una successiva richiesta da parte della CA al DB per recuperare la lista degli item attesi, dalla tabella *pr_rel_aggregation*; per ciascun capo atteso viene generata una riga nella tab Mancanti (schermata rossa). La CA invia al MW la richiesta di attivazione della lettura dalla gabbia; il MW memorizza gli EPC dei tag letti nella tabella *pr_epc_buffer*, che opera come buffer di scambio tra il MW e la CA. Quest'ultima esegue interrogazioni continue su *pr_epc_buffer* con l'obiettivo di ottenere la lista dei capi

letti. La CA confronta i capi letti con il contenuto presunto del collo: se risultano attesi sposta la riga associata a quei capi dalla tab Mancanti alla tab Letti (schermata verde) ed aggiorna i contatori; se i capi non risultano tra quelli attesi allora si genera una nuova riga visualizzata sotto la tab Non Attesi (schermata gialla). Su richiesta, la CA invoca il MW per arrestare il processo di lettura. Successivamente alla conferma da parte dell'utente, la CA invoca la SA comunicando la lista di capi letti e le liste dei capi selezionati manualmente tra la tab dei Non Attesi e la tab dei Mancanti.

Spedizione

Capi Mancanti DDT 59450 Collo 242

Selezione: Tutti Nessuno Non Attesi 0 Mancanti 19 / 19 Letti 0 / 19

Epc	Descrizione	Stagione	Modello	Taglia	Varianti Colore
2500022 909490.50	GIACCA	P9	R138FA117J	49	34
2500022 909506.50	GIACCA	P9	R138FA117J	51	34
2500023 095321.30	GIACCA	P9	R186F0820F	51	34
2500023 145477.70	CAMICETTA/BLUSA	P9	2842EA0782	01	03
2500023 145484.140	CAMICETTA/BLUSA	P9	2842EA0782	02	03
2500023 145484.150	CAMICETTA/BLUSA	P9	2842EA0782	02	03
2500022 825646.60	PANTALONE	P9	P066F0170J	39	16
2500022 732371.100	PANTALONE	P9	P077L0832F	M	03
2500022 732371.110	PANTALONE	P9	P077L0832F	M	03
2500022 732388.100	PANTALONE	P9	P077L0832F	L	03
2500022 732388.110	PANTALONE	P9	P077L0832F	L	03
2500022 732388.120	PANTALONE	P9	P077L0832F	L	03
2500022 347650.50	PANTALONE	P9	P077L0832F	M	34
2500021 866114.30	PANTALONE	P9	P640FA1206	49	44
2500022 530694.30	TOP	P9	G257H08981	25	45
2500023 039332.90	CARDIGAN	P9	M685L076WM	L	34
2500022 906185.110	PULLOVER	P9	M670L076YM	XL	14
2500022 906185.120	PULLOVER	P9	M670L076YM	XL	14
2500022 906123.70	PULLOVER	P9	M670L076YM	L	01

Ferma Reset Conferma Annulla

Premere per annullare le letture effettuate

(a)

Spedizione

Capi Attesi DDT 59450 Collo 242

Selezione: Tutti Nessuno Non Attesi 0 Mancanti 0 / 19 Letti 19 / 19

Epc	Descrizione	Stagione	Modello	Taglia	Varianti Colore
2500023 095321.30	GIACCA	P9	R186F0820F	51	34
2500022 909490.50	GIACCA	P9	R138FA117J	49	34
2500022 732371.110	PANTALONE	P9	P077L0832F	M	03
2500022 347650.50	PANTALONE	P9	P077L0832F	M	34
2500022 530694.30	TOP	P9	G257H08981	25	45
2500022 909506.50	GIACCA	P9	R138FA117J	51	34
2500022 732388.120	PANTALONE	P9	P077L0832F	L	03
2500022 732388.100	PANTALONE	P9	P077L0832F	L	03
2500022 825646.60	PANTALONE	P9	P066F0170J	39	16
2500022 906185.120	PULLOVER	P9	M670L076YM	XL	14
2500021 866114.30	PANTALONE	P9	P640FA1206	49	44
2500023 145477.70	CAMICETTA/BLUSA	P9	2842EA0782	01	03
2500022 732388.110	PANTALONE	P9	P077L0832F	L	03
2500023 145484.140	CAMICETTA/BLUSA	P9	2842EA0782	02	03
2500022 906123.70	PULLOVER	P9	M670L076YM	L	01
2500022 732371.100	PANTALONE	P9	P077L0832F	M	03
2500023 039332.90	CARDIGAN	P9	M685L076WM	L	34
2500023 145484.150	CAMICETTA/BLUSA	P9	2842EA0782	02	03
2500022 906185.110	PULLOVER	P9	M670L076YM	XL	14

Ferma Reset Conferma Annulla

Clicca su "FERMA" per mettere in pausa la lettura

(b)

Spedizione

Capi Non Attesi DDT 59452 Collo 238

Selezione: Tutti Nessuno Non Attesi 32 Mancanti 0 / 14 Letti 14 / 14

Epc	Descrizione	Stagione	Modello	Taglia	Varianti Colore
2500023 031787.90	CARDIGAN	P9	M012A193M	M	93
2500023 006815.10	CAMICETTA/BLUSA	P9	G560L08044	S	33
2500023 006853.30	CAMICETTA/BLUSA	P9	G562L08110	XS	33
2500022 902934.40	T-SHIRT	P9	G151L09816	S	35
2500022 906185.80	PULLOVER	P9	M670L076YM	XL	14
2500022 974870.130	T-SHIRT	P9	G079L08751	XL	03
2500023 045990.50	PULLOVER	P9	M956L0899M	M	01
2500023 068822.10	CAMICETTA/BLUSA	P9	G560L08044	M	33
2500023 039080.150	CANOTTA	P9	M674L0193M	L	44
2500023 039080.130	CANOTTA	P9	M674L0193M	L	44
2500023 045990.70	PULLOVER	P9	M956L0899M	L	01
2500023 188412.60	T-SHIRT	P9	G351L08813	XL	14
2500023 006808.30	CAMICETTA/BLUSA	P9	G560L08044	XS	33
2500023 039073.50	CANOTTA	P9	M674L0193M	M	44
2500022 906185.70	PULLOVER	P9	M670L076YM	XL	14
2500022 377350.130	FELPA	P9	G932L0832F	XS	39
2500022 974870.120	T-SHIRT	P9	G079L08751	XL	03
2500022 906376.50	PULLOVER	P9	M684L032EM	L	34
2500022 377350.120	FELPA	P9	G932L0832F	XS	39
2500023 188382.40	T-SHIRT	P9	G351L08813	S	14
2500023 045913.50	PULLOVER	P9	M956L0899M	XL	01
2500022 905522.70	CARDIGAN	P9	M012A193M	L	84
2500023 006877.10	CAMICETTA/BLUSA	P9	G562L08110	M	33
2500023 039080.140	CANOTTA	P9	M674L0193M	L	44
2500023 188399.40	T-SHIRT	P9	G351L08813	M	14
2500022 905522.60	CARDIGAN	P9	M012A193M	L	84
2500023 006990.100	T-SHIRT	P9	G564L08294	XS	33
2500022 906383.50	PULLOVER	P9	M684L032EM	XL	34
2500022 906345.40	PULLOVER	P9	M684L032EM	XS	34
2500023 188405.50	T-SHIRT	P9	G351L08813	L	14
2500023 188375.50	T-SHIRT	P9	G351L08813	XS	14
2500022 377367.60	FELPA	P9	G932L0832F	S	39

Ferma Reset Conferma Annulla

Clicca su "FERMA" per mettere in pausa la lettura

(c)

Figura 21 Interfacce di Spedizione - (a): Mancanti, (b): Letti, (c): Non Attesi

3.4.2. COMPOSIZIONE HARDWARE

La principale criticità del processo di spedizione è legata alla necessità di un controllo preciso e puntuale del contenuto di ogni collo in uscita dal centro di distribuzione. L'elevato valore della merce tracciata richiede un'accuratezza del controllo prossima al cento per cento. D'altro canto, uno degli interessi primari del progetto verte sulla valutazione della tecnologia RFID come strumento utile alla realizzazione di meccanismi di fatturazione automatica. Utilizzando le tecnologie convenzionali tale obiettivo appare distante: oltre ai furti, a causa di piccole distrazioni, possono verificarsi errori di inversione; durante un processo di picking, ad esempio,

può essere prelevato un capo differente da quello richiesto oppure può essere inavvertitamente tralasciato, generando così incoerenza tra contenuto fisico e virtuale nel sistema informativo. Diventa, dunque, fondamentale poter certificare con esattezza il contenuto di ciascun collo in uscita.

Per rispondere a queste esigenze, è stata costruita una struttura a gabbia schermante, interamente realizzata in metallo (Figura 22). La struttura, a base rettangolare rialzata dal suolo di 5 cm, è costituita da una pavimentazione in mandorlato antiscivolo; le pareti contengono una rete in alluminio racchiusa in pannelli di alluminio zincato. Da uno dei due lati corti, una porta consente l'accesso dei capi all'interno, sia sotto forma di colli contenenti i capi stesi sia di stendi-abiti mobili per i capi appesi; una rampa inclinata ne agevola l'ingresso. All'interno della struttura è stato installato un lettore RFID con quattro antenne di tipo far-field.

La realizzazione di una struttura chiusa e schermata dalle radiazioni elettromagnetiche garantisce il più completo isolamento tra l'area esterna e interna alla stessa. Tale isolamento consente di utilizzare i lettori RFID alla massima potenza di lettura; il metallo inoltre funge da specchio riflettente per le emissioni: in tal modo si ottiene un'area circoscritta entro la quale la capacità di lettura è esaltata e i capi posti al di fuori non generano interferenze.

Durante la fase di sperimentazione, è stata tuttavia individuata una zona d'incertezza, di circa 50 cm dal lato, in prossimità della porta, nella quale è possibile riscontrare interferenze di lettura. La causa è da imputarsi alle fessure situate tra i battenti della porta ed il telaio che non sono perfettamente impermeabili alle onde elettromagnetiche.

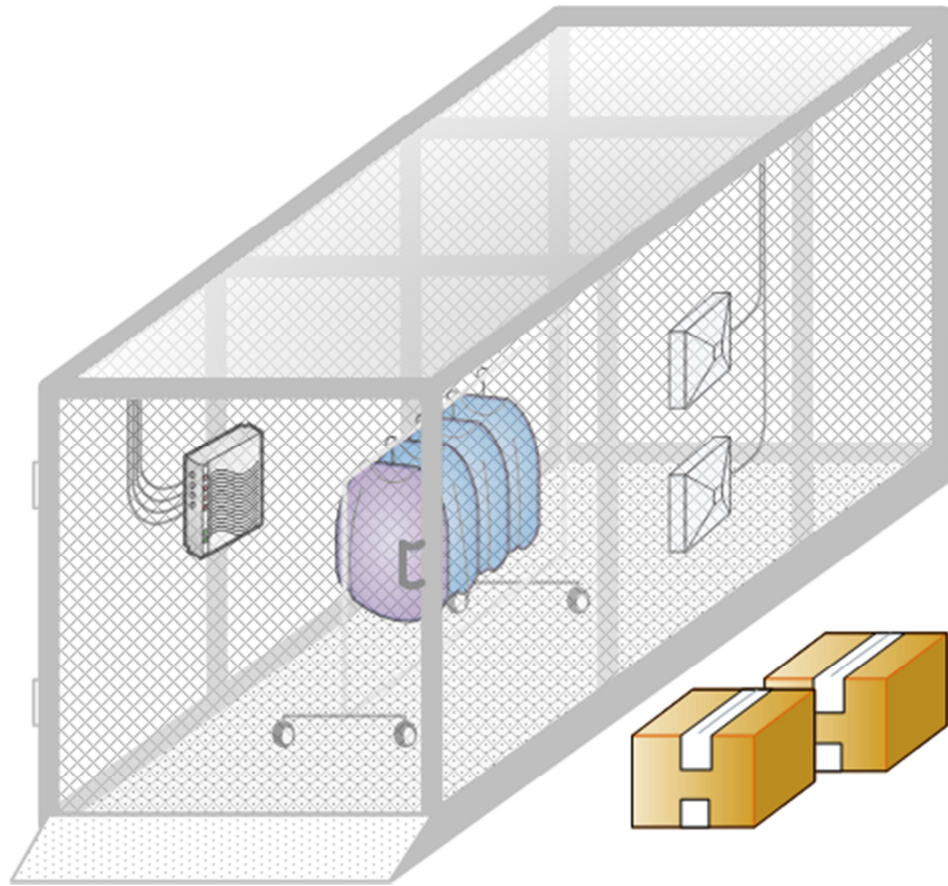


Figura 22 Struttura Metallica del Processo di Spedizione (Gabbia)

3.4.3. EVENTI EPCIS

Oltre all'abituale evento di OBJECT – OBSERVE, nel processo di spedizione appare anche un evento di tipo TRANSACTION, che riporta per ciascun capo, il numero di DDT associato alla spedizione ed il collo di appartenenza. Tale dato assume un'importanza primaria nel caso di capi non attesi e confermati dall'operatore.

L'evento di tipo TRANSACTION è obiettivo della sincronizzazione automatica del punto vendita che, tra gli altri dati, provvede al recupero delle informazioni necessarie a gestire il controllo degli attesi.

Evento di transazione

Spedizione del capo con seriale 30, appartenente al collo 123, associato al DDT numero 69127:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<epcis:EPCISDocument
  xmlns:xsi=http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance
  xmlns:epcis="urn:epcglobal:epcis:xsd:1"
  xmlns:epcglobal="urn:epcglobal:xsd:1"
  xsi:schemaLocation="urn:epcglobal:epcis:xsd:1 EPCglobal-
```

```

epcis-1_0.xsd"
  creationDate="2008-03-16T22:13:16.397+01:00"
  schemaVersion="1.0">
<EPCISBody>
  <EventList>
    <TransactionEvent>
      <eventTime>2008-03-16T22:13:16.397+01:00</eventTime>
      <eventTimeZoneOffset>+01:00</eventTimeZoneOffset>
      <epcList>
        <epc> urn:epc:tag:sgtin-96:1.2500021.761105.30</epc>
      </epcList>
      <action>ADD</action>
      <bizStep> urn:rfdilab:bizstep:fashion:slap&ship
</bizStep>
      <disposition>ready_to_ship</disposition>
      <readPoint>
        <id> urn:epc:id:gid:95100046.200.1</id>
      </readPoint>
      <bizLocation>
        <id> urn:epc:id:sgln:95100046.102.1</id>
      </bizLocation>
      <bizTransactionList>
        <bizTransaction>
          69127
        </bizTransaction>
      </bizTransactionList>
      <parentEpc>urn:epc:tag:sscc-
96:1.95100046.123</parentEpc>
    </TransactionEvent>
  </EventList>
</EPCISBody>
</epcis:EPCISDocument>

```

3.5. RICEVIMENTO

Il processo di ricevimento si presenta del tutto analogo alla fase di spedizione sia nei flussi informativi generati che nella logica di sviluppo. Obiettivo del processo è il controllo accurato e puntuale della merce in arrivo, con la possibilità di rilevare eventuali capi mancanti o inattesi, confermandone la presenza. Le modalità con cui è possibile effettuare il ricevimento sono due:

utilizzando il terminale mobile oppure il varco adibito al ripristino. Nel primo caso il dispositivo funge sia da punto di lettura RFID che di controllo del software, con possibilità di interagire unicamente sui capi mancanti; nel secondo caso l'utente utilizza il monitor di ripristino per accedere ad una interfaccia utente identica a quella sviluppata per il processo di spedizione consentendo di gestire anche i capi non attesi. Il punto di lettura è lo stesso varco utilizzato per il processo di ripristino.

3.5.1. DESCRIZIONE DEL PROCESSO

Il ricevimento tramite terminale mobile prevede una prima fase di setup ed una successiva fase di lettura e controllo. Nella fase di selezione Figura 23a l'utente deve innanzitutto indicare la zona in cui si sta eseguendo il processo e la scelta verte su retro-negozio oppure area vendita: la differenza consiste nel determinare quale delle due giacenze vedrà collocarsi i capi ricevuti. Tale scelta è giustificata dallo spazio limitato del retro-negozio, che a volte implica lo svolgimento della fase di controllo nell'area vendita; in questo caso è opportuno che i capi ricevuti siano caricati nella giacenza dell'area vendita, anziché in quella del retro-negozio. Le successive selezioni determinano il numero di DDT ed il collo da elaborare.

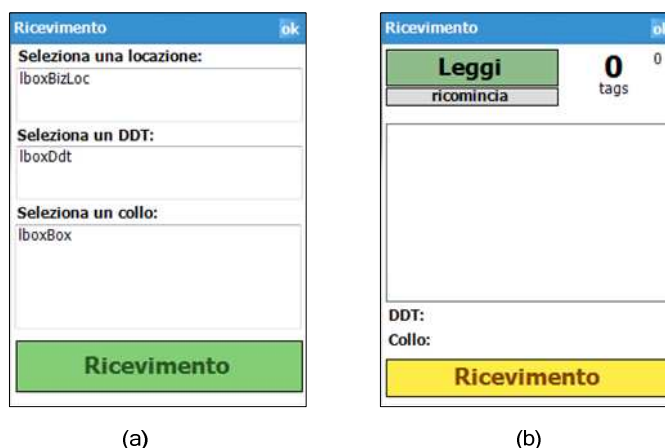


Figura 23 Interfacce di Ricevimento su Terminale Mobile - (a): Setup, (b): Processo

Passati alla fase successiva (Figura 23b), l'utente avvia la lettura ed accosta il terminale ai capi del collo in esame. Un segnale acustico avverte l'operatore della lettura di un capo atteso e un contatore mostra il totale dei capi letti sul totale degli attesi. Nella parte centrale dell'interfaccia un elenco di codici EPC evidenziati in verde indica i capi letti; quelli di colore rosso rappresentano i capi mancanti. Se all'arresto della lettura sono segnalati capi mancanti, l'operatore esegue una ricerca manuale, potendo recuperare per ciascun EPC mediante doppio click, le informazioni necessarie per rintracciare il capo (modello, taglia, colore, descrizione). Se un capo segnalato come mancante risulta invece essere presente, l'operatore può indicarne la presenza abilitando la casella di controllo posta accanto all'EPC. Al termine del controllo,

l'operatore conferma il ricevimento e l'applicazione visualizza l'interfaccia generale di selezione dei moduli (Figura 24).



Figura 24 Interfaccia Generale di Selezione dei Moduli su Terminale Mobile

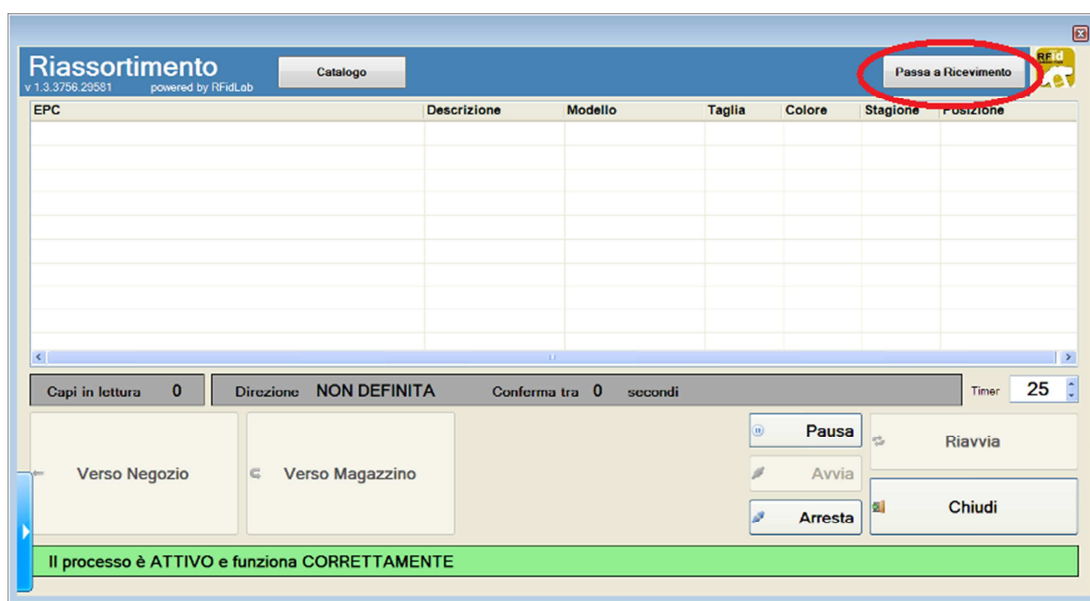


Figura 25 Passaggio Dall'interfaccia di Ripristino alla Configurazione del Processo di Ricevimento

Qualora fosse necessario utilizzare il varco, l'operatore, prima di accedere all'interfaccia di ricevimento, deve arrestare il processo di ripristino e premere il pulsante "Passa a Ricevimento" (Figura 25). Da questo punto in poi la Client Application è identica a quella già sviluppata per la spedizione. Per ulteriori dettagli si rimanda alla descrizione del processo di spedizione (§3.4.1).

La parte di processo eseguita dal server risulta speculare per entrambe le modalità: in tutti i casi infatti occorre individuare la giacenza in oggetto, il DDT ed il collo da esaminare. Mediante

una prima chiamata al server, l'applicazione client ottiene i dati di aggregazione collo-figli con cui eseguire il confronto letti-mancanti. Al termine del processo, ricevuto un segnale di conferma, il server riceve la lista di EPC letti e confermati comprendenti i capi mancanti e selezionati manualmente oppure, solo nel caso di ricevimento da varco, anche i capi non attesi ed aggiunti manualmente. Il processo crea per ogni EPC un record nella tabella *pr_last_biz_location* indicando la locazione-giacenza indicata; genera gli eventi di tipo Capture TRANSACTION-DELETE ed OBJECT-OBSERVE per ogni capo che ha subito il processo.

Il diagramma in Figura 26 mostra l'albero decisionale per la selezione del processo dall'interfaccia del monitor di ripristino.

In Figura 27 si mostra la schermata di configurazione nel caso si impiegasse il varco di ripristino: l'operatore dopo aver selezionato la zona adibita al ricevimento e il DDT numero 58866, deve selezionare l'unico collo presente, il 230. In Figura 28a è raffigurata la tab dei Mancanti che segnala all'operatore la mancanza di un abito per il collo numero 230. In Figura 28b è mostrata la presenza di un capo non atteso.

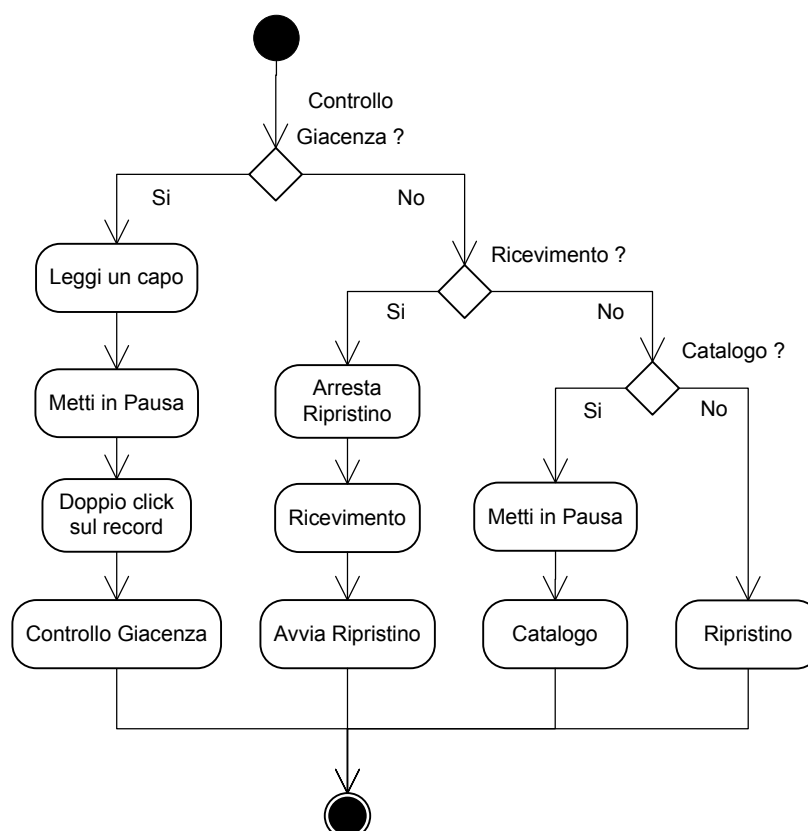


Figura 26 Albero Decisionale per la Selezione dei Moduli Dall'interfaccia di Ripristino

Figura 27 Interfaccia di Setup del Processo di Ricevimento

Figura 28 Interfacce di Ricevimento - (a): Mancanti, (b): Non Attesi

3.5.2. COMPOSIZIONE HARDWARE

Non sono previsti dispositivi adibiti esclusivamente all'esecuzione di questo processo. Il terminale mobile è il medesimo utilizzato per CercaTag, Inventory e Mobile Replenishment. Il monitor ed il varco sono i medesimi principalmente impiegati per il riassortimento.

3.5.3. EVENTI EPCIS

Oltre all'abituale evento di osservazione, nel processo di ricevimento è generato anche un evento di eliminazione di transazione, TRANSACTION-DELETE, che indica l'avvenuto termine della spedizione. I dettagli dell'evento sono analoghi a quelli definiti per la fase di spedizione.

3.6. RIPRISTINO

Il processo di ripristino ha l'obiettivo di monitorare la movimentazione dei capi dal retro-negozio all'area espositiva in entrambe le direzioni. La necessità di ridurre al minimo l'impatto del processo sulle attività degli operatori ha condizionato la scelta progettuale alla base del sistema di controllo.

3.6.1. DESCRIZIONE DEL PROCESSO

L'applicazione di ripristino decide autonomamente quale direzione stiano intraprendendo i capi in transito. Il sistema decisionale si regge su una semplice considerazione: poiché le aree

di destinazione sono soltanto due, retro-negozio e area espositiva, se un capo in transito appartiene a una delle due aree, allora la sua destinazione è quella opposta (Figura 29). I capi in transito sono visualizzati sullo schermo come record di una tabella.

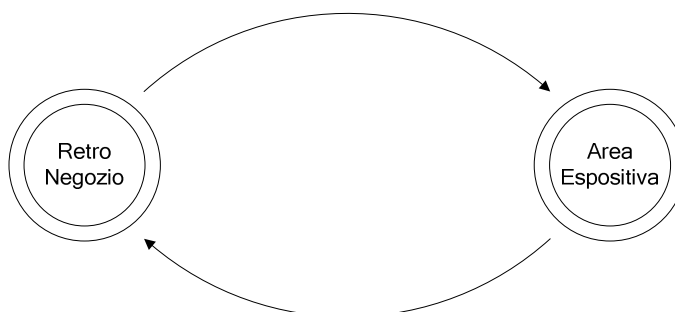


Figura 29 Transizione degli Stati nel Processo di Ripristino

Per ogni riga sono mostrati l'EPC, la descrizione, la stagione, il modello, la taglia, il colore e la attuale *biz_location*. Trascorso un certo intervallo temporale dall'ultima lettura, se appartengono alla medesima *biz_location*, i capi vengono automaticamente spostati nella *biz_location* opposta. Se nella stessa lista di lettura compaiono capi appartenenti a *biz_location* differenti, il sistema non è in grado di stabilire autonomamente l'area di destinazione, perciò richiede un intervento manuale da parte delle operatrici. Esso consiste nell'indicare la destinazione del capo, cliccando sul pulsante relativo (Figura 30c); un singolo click sulla riga relativa a un capo, esclude lo stesso dalla movimentazione.

A movimentazione compiuta, sia essa manuale o automatica, il sistema disattiva la lettura per un intervallo di tempo prestabilito, per consentire ai capi di abbandonare l'area di lettura. Può accadere che le operatrici, per disattenzione o mancanza di tempo, non possano rispondere alle richieste d'intervento manuale: il sistema rimane dunque in attesa per un nuovo intervallo di tempo e movimenta i capi in lettura verso la zona di limbo (§**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

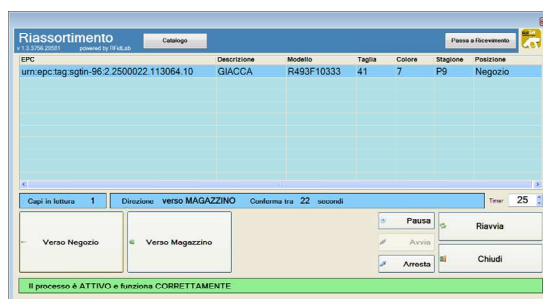
Il processo può essere suddiviso in tre moduli operativi:

- **Client Application (CA):** l'applicazione di controllo interagente con l'utente.
- **Middleware RFID (MW):** controllo dell'hardware e salvataggio delle letture su tabella buffer.
- **Server Application (SA):** processo di conferma movimentazione capi e generazione eventi EPCIS.

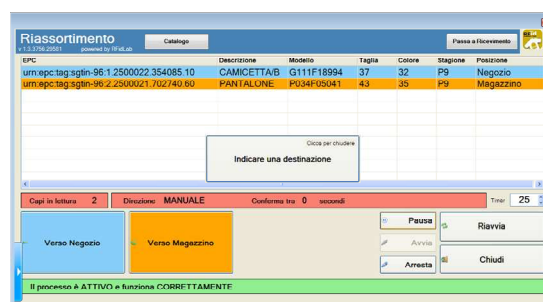
La CA invia a MW la richiesta di attivazione della lettura dal varco; MW memorizza gli EPC dei tag letti nella tabella *pr_epc_buffer*, che opera come buffer di scambio tra MW e CA. Quest'ultimo esegue continue interrogazioni su *pr_epc_buffer* con l'obiettivo di ottenere la lista dei capi letti. CA recupera dalla tabella *pr_last_biz_location* la posizione di ciascun capo e ne presume la direzione di movimentazione. Figura 30(a e b) mostrano le due schermate relative alla movimentazione rispettivamente verso NEGOZIO e MAGAZZINO. Se necessario, CA domanda all'utente di intervenire manualmente (Figura 30c), restando in attesa fino allo scadere di un timer specifico. A conferma avvenuta, oppure a timer scaduto, CA invoca SA fornendogli la lista di capi letti e la direzione presunta. Infine, CA invoca MW per arrestare il processo di lettura (Figura 31).



(a)



(b)



(c)

Figura 30 Interfacce del Processo di Ripristino - (a): Verso Negozio, (b): Verso Magazzino, (c): Intervento Manuale

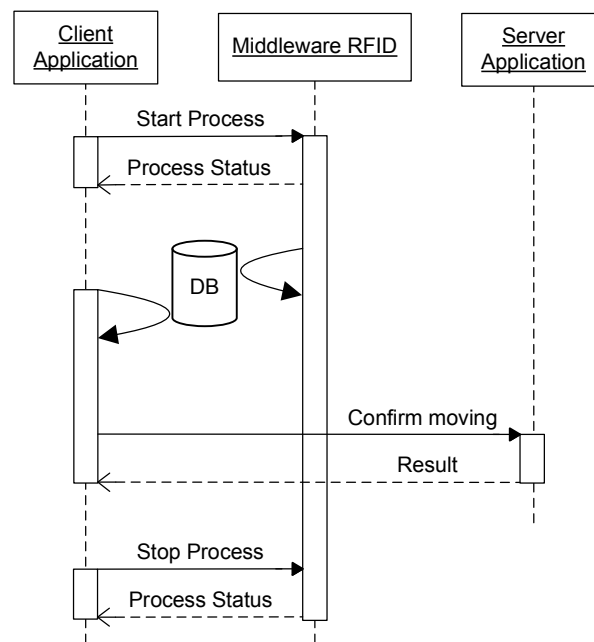


Figura 31 Sequence Diagram relativo al Processo di Ripristino

3.6.2. COMPOSIZIONE HARDWARE

Il corridoio di collegamento tra le due arre è stato attrezzato con un varco RFID costituito da un lettore di tipo Impinj Speedway e quattro antenne near-field. In corrispondenza del varco è stato collocato un pc touch screen di immediata visibilità e semplice accesso. Lo stesso pc è utilizzato per accedere al processo di ricevimento da varco, controllo giacenze e catalogo elettronico.

3.6.3. EVENTI EPCIS

L'unico evento di tipo Capture generato è di tipo OBJECT-OBSERVE ed ha lo scopo di aggiornare la *biz_location* di appartenenza del prodotto indicato.

3.7. VENDITA

Analogamente a quanto già descritto per gli altri processi, l'attività di vendita è stata progettata in primo luogo per ridurre al minimo l'impatto con le normali attività del negozio, ed in secondo luogo per semplificare, ove possibile, le procedure di vendita. Lo scopo di tale processo è monitorare la vendita dei capi leggendo i cartellini RFID durante l'atto di vendita tramite emulazione della lettura dei codici a barre.

3.7.1. DESCRIZIONE DEL PROCESSO

Alla richiesta del cliente di procedere con l'acquisto, i capi vengono depositati sul piano adiacente al terminale di cassa. L'operatore preme il pulsante di attivazione della lettura e rimuove i dispositivi antitaccheggio. Nel frattempo il sistema invia al software di cassa i GTIN13 relativi ai cartellini letti, eliminando l'operazione di lettura ottica. L'operatore compie un conteggio rapido dei capi venduti e li confronta con le righe apparse sullo scontrino. Qualora sussistano capi letti più volte oppure non previsti è possibile apportare le correzioni dall'interfaccia di cassa. Conclusa questa operazione, l'operatore chiude la vendita ed emette lo scontrino cartaceo. I cartellini rimossi sono infine inseriti nella scatola metallica posta sotto la cassa.

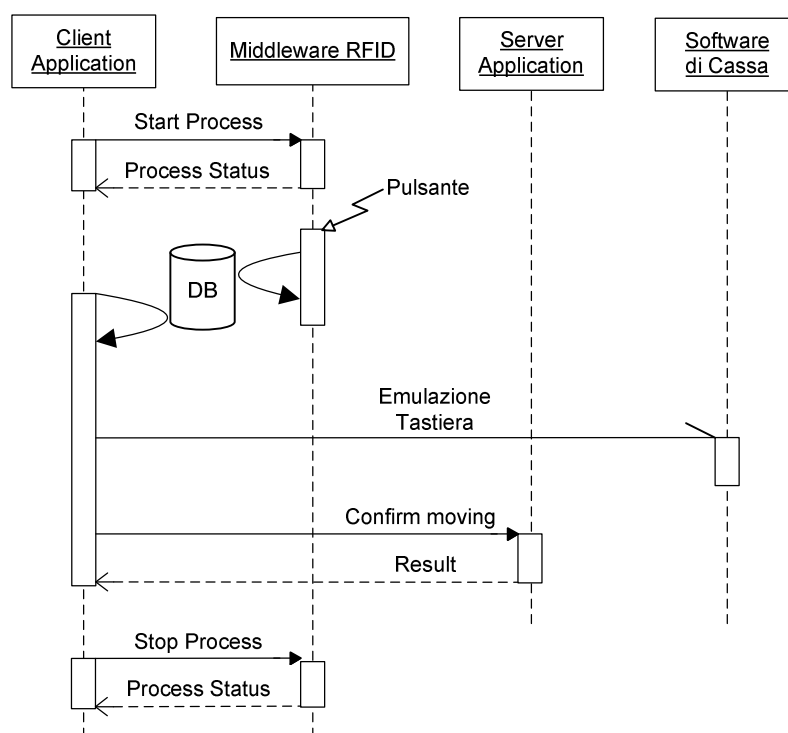


Figura 32 Sequence Diagram Relativo al Processo di Vendita

Per descrivere il funzionamento del processo di vendita è possibile individuare quattro moduli software indipendenti (Figura 33):

- **Client Application (CA):** è la porzione di software installata sul terminale di cassa; è in ascolto sulla tabella buffer per l'acquisizione dei GTIN13 da inviare serializzati tramite emulazione tastiera al software di cassa per l'aggiunta dei capi nello scontrino.
- **Middleware RFID (MW):** controllo dell'hardware e salvataggio dati su tabella buffer.

- **Server Application (SA):** adibita alla generazione degli eventi EPCIS.
- **Software di Cassa (SC):** software gestionale di Miroglio per la fatturazione ed emissione degli scontrini.

All'accensione del terminale di cassa, CA comunica al MW di predisporre la connessione al lettore RFID su entrambe le antenne collegate e di attivare l'ascolto sugli input generici. Quando l'addetto preme il pulsante di lettura, il MW acquisisce per circa trenta secondi le letture provenienti dall'antenna posta sotto il ripiano di vendita. Durante questo intervallo temporale, per ogni tag letto il MW memorizza gli EPC nella tabella *pr_epc_buffer*. Nel frattempo CA, in ascolto sulla tabella *pr_epc_buffer*, recupera gli EPC dei capi letti e per ognuno ne calcola il GTIN13 associato. CA genera per ogni GTIN13 un evento di emulazione tastiera¹¹, riproducendo esattamente il comportamento del lettore di codici a barre. Per sincronizzare gli eventi di emulazione tastiera con la fisiologica lentezza di SC nel processare ogni capo aggiunto allo scontrino, l'invio dei dati è serializzato con un ritardo di 1,5 secondi. CA, infine, invia i dati di lettura a SA, il quale genera gli eventi EPCIS relativi alla vendita.

L'antenna collocata all'interno della scatola metallica è configurata in lettura continua e ha l'obiettivo di integrare i dati di lettura provenienti dall'altra antenna per incrementare le prestazioni di lettura. Può accadere, infatti, che qualche tag sfugga alla lettura dalla prima antenna.

Allo spegnimento del terminale di cassa CA segnala a MW la disconnessione dal lettore RFID, interrompendo la lettura da entrambe le antenne.

3.7.2. COMPOSIZIONE HARDWARE

Sotto il ripiano della cassa è collocato un lettore RFID collegato a due antenne near-field di cui una è destinata alla lettura dei capi pre-vendita mediante la pressione del pulsante di attivazione, mentre l'altra, inserita all'interno di una scatola metallica, destinata alla lettura continua dei cartellini dei capi già venduti. L'applicazione client (di cui è raffigurata l'interfaccia di gestione degli scontrini in) è installata sul terminale di cassa: un pc con sistema operativo Windows® XP, collegato alla rete LAN del punto vendita, dotato di lettore di codici a barre. La presenza del lettore di codici a barre garantisce di completare il processo di vendita anche in caso di guasti o malfunzionamenti dell'impianto RFID.

¹¹ L'emulazione tastiera permette di imitare la digitazione di caratteri sulla tastiera, inviando al buffer di input del sistema operativo la stringa corrispondente al codice GTIN13 che il software di cassa attende per aggiungere un capo allo scontrino

Stores2 - Gestione negozi

Gestione scontrini

Nodo: 433 Spaccio Fidenza Mirò (34431)
 Cassa: 008 Olivetti ELA 310 Fiscale: ☒ Sì
 Cassiere: GEN Cassiere generico
 Numero: Data: 06/01/2011

Cliente: Codice:
 Fidelity:
 Parametri: Tipo: Obbligo: Codice parametro:

Del	Cod.prod.	Variante	Variante desc.	Taglia	Descrizione	Qta	Lordo unit.	Netto Unit.	Netto Riga	Tipo	Compresso
	I95890F02664S	33	C2	45	CAMICETTA/BLUSA	1	49,90	24,90	24,90	Vendita	0013
	I0M065L0114M	04	.. FANGO	S	ABITO	1	59,90	41,90	41,90	Vendita	0013
	ISM799LA0TYMS	18	C2.GRIGIO	XL	MAGLIA/PULLOVER	1	59,90	29,90	29,90	Vendita	0013

Barcode:

Totale: **96,70**

Riepilogo scontrino:

Pezzi	3
Totale lordo	169,70
Sconti di riga	73,00
Netto merce	96,70
Totale netto	96,70
Sconto generale	0,00

F9 Reso o vendita 0013

ESC Annulla F1 Annulla scontrino F2 Compresso F6 Ricerca prodotto F8 Sospendi F10 Chiudi F11 Chiusura con sconti F12 Testata

06/01/2011 19.12 12 Miroglio Fashion s.r.l. 433 Spaccio Fidenza Mirò (34431) 1 Negozio Utente_Gestore - Classe_Gestore

Figura 33 Interfaccia del Software di Cassa

3.7.3. EVENTI EPCIS

L'unico evento di capture generato è di tipo OBJECT-OBSERVE e ha lo scopo di modificare la *biz_location* e la *disposition* del prodotto venduto.

3.8. FITTING

Il processo di Fitting, a differenza degli altri, è totalmente automatico e non produce alcun output visibile agli operatori. L'assenza di interfacce si riflette nella semplicità dell'architettura dell'applicazione, la quale si sviluppa interamente nel middleware.

3.8.1. DESCRIZIONE DEL PROCESSO

All'avvio del sistema, il middleware (MW) attiva le letture dai quattro camerini. Ad ogni nuova lettura si genera un evento EPCIS e si aggiorna la *biz_location* al valore corrispondente all'area espositiva. Per evitare di leggere lo stesso capo ripetutamente, prima di ogni attività, il processo controlla che sia trascorso dall'ultima lettura un periodo di tempo pari a 10 minuti. Questa operazione, tuttavia, non esclude completamente la possibilità che si generino più eventi ravvicinati, ma ne riduce significativamente il numero.

3.8.2. COMPOSIZIONE HARDWARE

Per il processo di Fitting sono stati impiegati due lettori RFID di tipo Impinj Speedway, collegati a due antenne near-field ciascuno, per un totale di quattro camerini rivestiti.

3.8.3. EVENTI EPCIS

Sebbene differiscano in modo sostanziale nella logica d'implementazione e nell'hardware utilizzato, i processi Fitting, Ricondizionamento e Inventario mostrano, per quanto concerne la natura degli eventi EPCIS generati, forti somiglianze: in tutti e tre i casi, infatti, l'obiettivo è stabilire una posizione per i capi in lettura. Gli eventi generati sono di tipo OBJECT-OBSERVE e sono associati ad una *biz_location* costante: quest'ultima, infatti, assume sempre il valore corrispondente all'area espositiva, poiché tale processo non può avvenire altrove.

3.9. INVENTARIO

L'obiettivo del processo di Inventario è semplice: determinare i livelli di giacenza in ciascuna delle due aree del punto vendita. Lo strumento utilizzato per eseguire l'inventario è denominato Inventory Bag. La praticità e le prestazioni di lettura permettono di compiere l'inventario dell'intero negozio in circa 30 minuti.

3.9.1. DESCRIZIONE DEL PROCESSO

L'applicazione di inventario è composta da due moduli software:

- **Client Application (CA)**
- **Server Application (SA)**

La prima, installata sul pc palmare, ha il compito di interagire con l'utente, configurare il processo e fornire un feedback sul numero complessivo di letture e sul tempo trascorso dall'avvio del processo.

La seconda, si occupa di rispondere alle richieste di CA controllando l'hardware, inviando il numero complessivo di letture e memorizzando i dati confermati.

Per prima cosa, CA richiede che sia specificata l'area in cui si sta eseguendo l'inventario: retro-negozio oppure area espositiva. Questa selezione comporta l'individuazione della *biz_location* che sarà assegnata a ciascun capo letto. In seguito occorre selezionare una delle due modalità di funzionamento:

- **Inventario Parziale.** Solo i capi effettivamente letti subiscono un aggiornamento del campo *biz_location* nella tabella *pr_last_biz_location*.
- **Inventario Totale.** Oltre ad aggiornare la *biz_location* dei capi effettivamente letti, i capi che erano attesi all'avvio del processo e che non sono stati letti sono sistematicamente collocati nella zona di limbo.

La prima modalità è maggiormente indicata per eseguire un inventario di zone parziali, senza la necessità di dover leggere tutti i capi. Può essere utile per leggere un collo non ancora aperto, oppure per sopperire alla movimentazione di capi non tracciati durante lo spostamento tra le due aree. Questa modalità è impiegata anche per le operazioni di inventario quotidiane.

La seconda modalità è più esigente, obbliga cioè a leggere tutti i capi dell'area selezionata, poiché altrimenti i capi non letti, che sono attesi, vengono spostati nella zona di limbo. Si sottolinea che i capi nella zona di limbo non rientrano in nessuna delle due giacenze, retro-negozio e area espositiva, dunque influenzano in modo significativo i parametri associati al calcolo delle metriche.

Selezionata la modalità di funzionamento, l'utente può attivare il processo ed iniziare la lettura dei capi. Il numero dei capi letti è aggiornato ogni 0,5 secondi ed è ottenuto mediante richieste periodiche che CA effettua a SA tramite invocazioni a un web service. Valutando la differenza tra il valore di conteggio aggiornato e quello precedentemente ottenuto, CA riproduce tre diversi segnali acustici, per dare un'idea qualitativa dell'andamento delle letture:

- 0: nessun suono;
- $1 \leq n \leq 2$: suono grave;
- $3 \leq n \leq 50$: suono medio;
- $N > 50$ suono acuto.

I dati di lettura raccolti da SA non sono inviati a CA ma permangono temporaneamente nella tabella *pr_epc_buffer* fino al termine del processo. Un cronometro segnala la quantità di tempo in cui il processo è in lettura. Una volta arrestata la lettura è possibile confermare l'inventario, oppure annullare il processo e ricominciare. Ricevuta la richiesta di conferma, SA aggiorna la *biz_location* di ciascun capo nella tabella *pr_last_biz_location* e genera gli eventi EPCIS OBJECT-OBSERVE relativi.

3.9.2. COMPOSIZIONE HARDWARE

Inizialmente, il processo era previsto per essere eseguito tramite terminale mobile, ma i primi test sul campo hanno evidenziato prestazioni insufficienti per garantirne un utilizzo continuativo: lentezza nel recuperare la lista dei tag attesi, scarsa accuratezza nelle letture dei capi da scaffale o da cartoni ancora chiusi, rallentamenti eccessivi nella visualizzazione dei dati. Queste considerazioni hanno condotto alla progettazione e alla realizzazione di un nuovo dispositivo di lettura che integrasse la praticità dei terminali mobile con la potenza di lettura dei lettori fissi. Il nuovo dispositivo, denominato Inventory Bag, è costituito da una borsa a tracolla contenente un lettore Impinj Speedway Revolution e una antenna far-field, alimentati

da una batteria ricaricabile agli ioni di litio. Un adattatore ethernet-Wi-Fi consente al dispositivo di operare sotto copertura di rete, mentre un computer palmare permette di gestire la configurazione e l'esecuzione del processo.

3.9.3. EVENTI EPCIS

Analogamente a quanto descritto per il processo di Fitting, anche in questo caso si generano eventi di tipo OBJECT-OBSERVE volti ad aggiornare la *biz_location* dei capi letti.

3.10. CERCA TAG

Il processo di Cerca Tag si è aggiunto all'elenco delle attività reingegnerizzate, in qualità di strumento ausiliario atto alla ricerca dei capi da ripristinare. Un modulo della Dashboard, segnala infatti quotidianamente i capi che sono stati venduti negli ultimi giorni, non più presenti a scaffale ma che risultano ancora disponibili in retro-negozio. In una prima versione, questo processo prevedeva la stampa cartacea dell'elenco dei capi da ripristinare, con cui le operatrici si recavano in retro-negozio prelevando i capi indicati e sistemandoli a scaffale. L'applicazione di ricerca dei tag, in questo contesto, rappresenta un valido strumento per abbattere i tempi di ricerca dei capi in retro-negozio.

L'applicazione è stata sviluppata sia per essere eseguita con il terminale mobile RFID, che utilizzando l'Inventory Bag; in entrambi i casi non viene coinvolto il middleware RFID e non si generano eventi EPCIS.

3.10.1. DESCRIZIONE DEL PROCESSO

Tramite un'interfaccia di configurazione, comune a entrambi i dispositivi terminale mobile e Inventory Bag, l'utente specifica un singolo EPC oppure una classe di prodotti (ad esempio il codice GTIN13) da cercare (Figura 34).

Figura 34 Interfaccia di Configurazione del Cerca Tag

L'utente attiva la lettura sul dispositivo utilizzato, il quale emette un suono qualora uno o più tag dei prodotti cercati siano stati letti, segnalandone in tal modo la prossimità. Una lettura prolungata dei capi per un certo intervallo di tempo induce l'applicazione a ridurre la potenza di emissione del lettore, ripetendo il conteggio. La riduzione progressiva della potenza consente di individuare con estrema precisione la posizione dei tag, fino ad una distanza di 10 centimetri dall'antenna emittente (Figura 35).

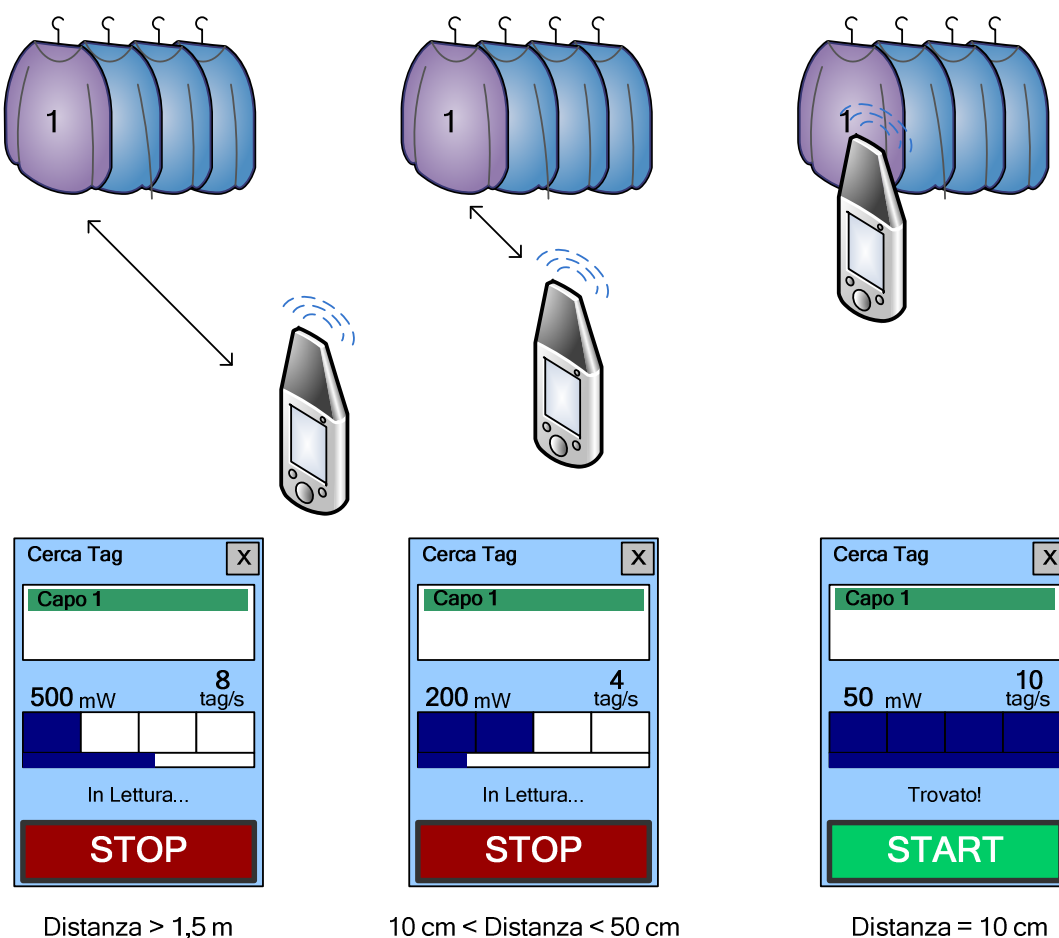


Figura 35 Interfacce Dell'applicazione Cerca Tag nell' Avvicinamento al Capo Cercato

Nel caso si utilizzasse il terminale mobile, l'applicazione accede al lettore RFID sfruttando le librerie del middleware mobile; l'impiego dell'Inventory Bag prevede, invece, l'ausilio di un modulo di controllo (MC) adibito alla gestione dell'hardware e all'elaborazione dei dati

Diversamente dal processo di Inventario, il MC dell'Inventory Bag non è parte del middleware RFID: tale modulo è stato realizzato indipendentemente dal progetto pilota, dunque non è integrato nel sistema EPC Network. Il suo compito, oltre a gestire la connessione con il lettore RFID, è calcolare il tasso di lettura al secondo e i parametri che sono visualizzati nella schermata di interfaccia con l'utente dell'applicazione client (AC).

Di seguito si elencano le attività svolte dal modulo di controllo:

1. Il MC riceve dall'AC la lista di oggetti da cercare
2. Per ogni tag letto, MC stabilisce l'appartenenza alla lista degli oggetti cercati e aggiorna il numero di letture al secondo
3. Su richiesta periodica dell'AC, MC restituisce i parametri di output da mostrare all'utente

L'AC non esegue alcun calcolo, delegando al MC ogni elaborazione: mediante chiamate periodiche esegue l'aggiornamento della schermata di controllo (Figura 36)

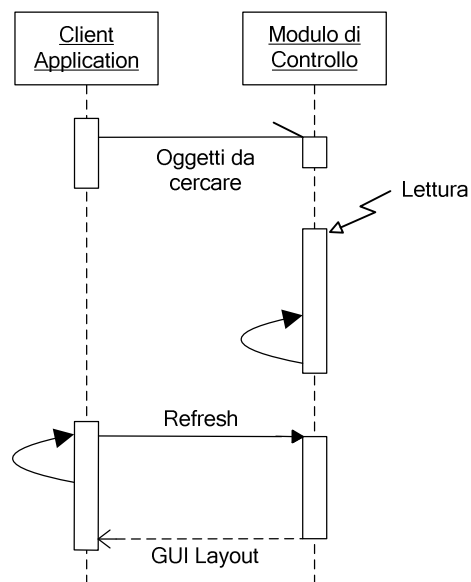


Figura 36 Sequence Diagram Relativo All'applicazione di Cerca Tag

3.10.2.COMPOSIZIONE HARDWARE

Analogamente all'applicazione di inventario, questo processo può essere eseguito con l'Inventory Bag, ma anche utilizzando il terminale mobile. Il pc del varco di ripristino ospita il modulo di controllo dell'Inventory Bag.

4. LA SPERIMENTAZIONE

Questo capitolo mostra i risultati emersi nel corso della campagna sperimentale. Inizialmente si riportano i dati numerici più significativi, approfondendo poi le statistiche di rilievo inerenti l'impianto software. A seguire sarà esposto un elenco delle principali problematiche riscontrate e saranno illustrate le strategie impiegate per la loro risoluzione. Conclude la sezione una descrizione degli strumenti ausiliari realizzati sulla base delle indicazioni del personale del punto vendita, che ha partecipato al progetto.

4.1. I NUMERI DEL PROGETTO

La sperimentazione è durata 152 giorni, a partire dal 2 Aprile 2010 sino al 31 Agosto 2010. Sono stati monitorati complessivamente XXX¹² unità di spedizione, suddivisi in XXX stendini per i capi appesi e XXX cartoni per i capi stesi e gli accessori. I XXX capi totali, appartenenti alla stagione Primavera Estate 2009 e 2010, sono costituiti per il 58% da capi appesi e per il 42% da capi stesi e accessori vari. Le unità di spedizione contengono in media 80 elementi nel caso di capi appesi e 58 elementi nel caso di capi stesi.

Il database ha memorizzato complessivamente 993.312 record: ripartiti in 64.055 generati nel CeDi e 929.257 nel punto vendita. Il totale delle referenze contenute nella tabella delle anagrafiche è poco superiore a 11.000 item.

Il grafico in Figura 37 mostra il numero di record generati nel CeDi per ciascuna settimana: Il flusso degli ordini manifesta un andamento sensibilmente discontinuo. I due picchi in corrispondenza della quarta e della quattordicesima settimana sono imputabili agli ordini che il punto vendita ha segnalato successivamente alle settimane di Pasqua e precedentemente ai saldi di fine stagione.

Il grafico in figura Figura 38 mostra, invece, il numero di record generati settimanalmente nel punto vendita.

I grafici in Figura 39 e Figura 40 mostrano l'incremento del numero totale di record generati nel database del CeDi e nel punto vendita, durante la campagna sperimentale; l'andamento delle due curve è approssimativamente lineare.

¹² Dato protetto da accordo di non divulgazione

Il grafico in figura Figura 41 mostra la durata media di un processo di sincronizzazione tra il database della Dashboard e i due database del progetto: si apprezza un andamento esponenziale crescente, non in linea con gli andamenti di crescita dei volumi di dati effettivamente scambiati: tale fatto suggerisce una revisione della logica del processo di sincronizzazione.

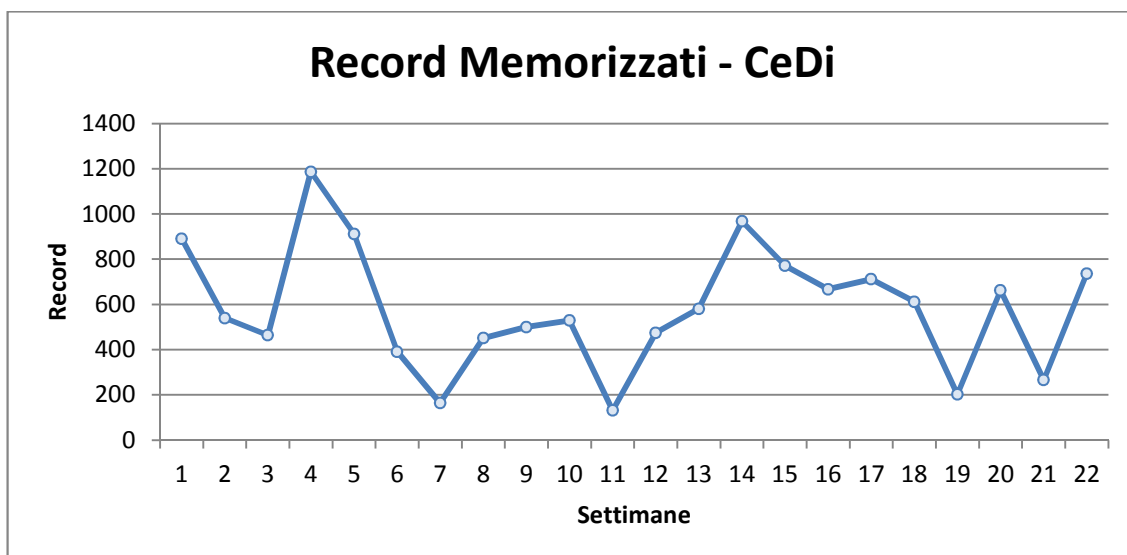


Figura 37 Numero di Record Memorizzati Settimanalmente nel Database CeDi

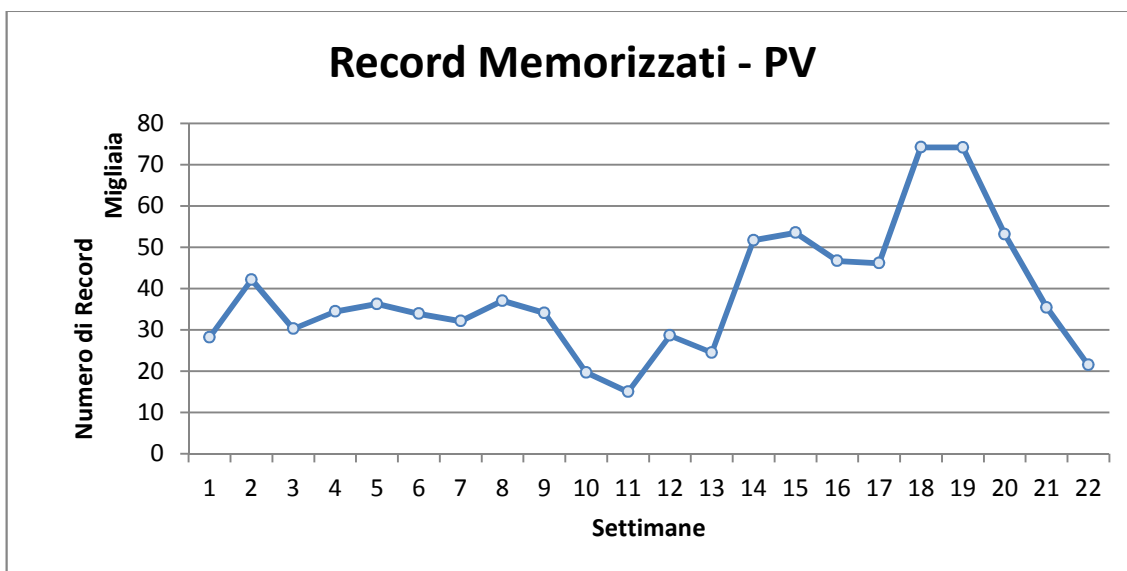


Figura 38 Numero di Record Memorizzati Settimanalmente nel Database PV

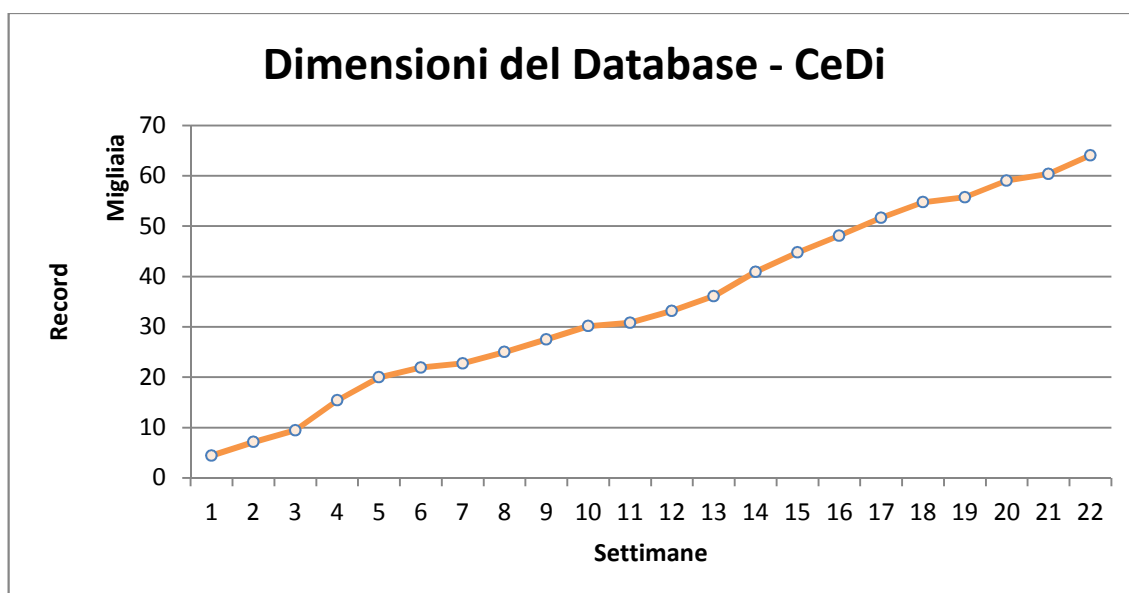


Figura 39 Dimensione del Database CeDi Espressa in Numero Complessivo di Record Memorizzati

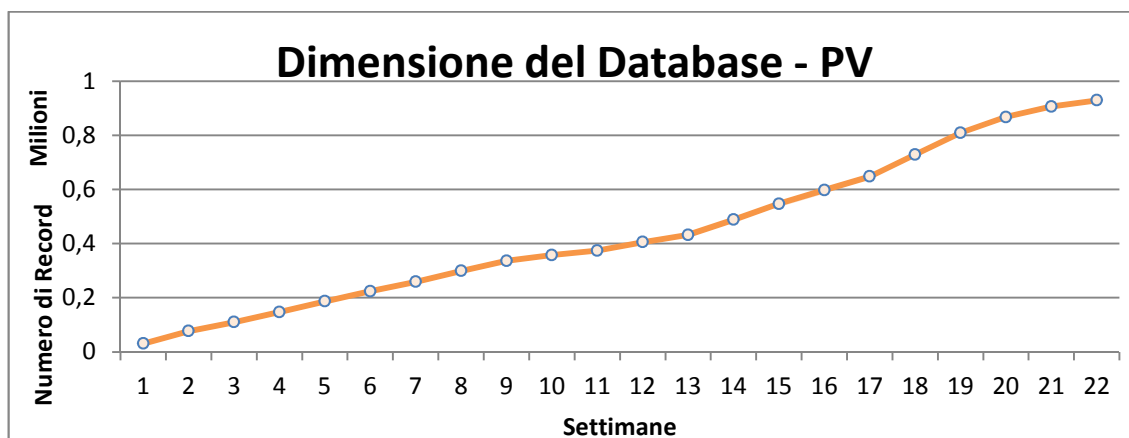


Figura 40 Dimensione del Database PV Espressa in Numero Complessivo di Record Memorizzati

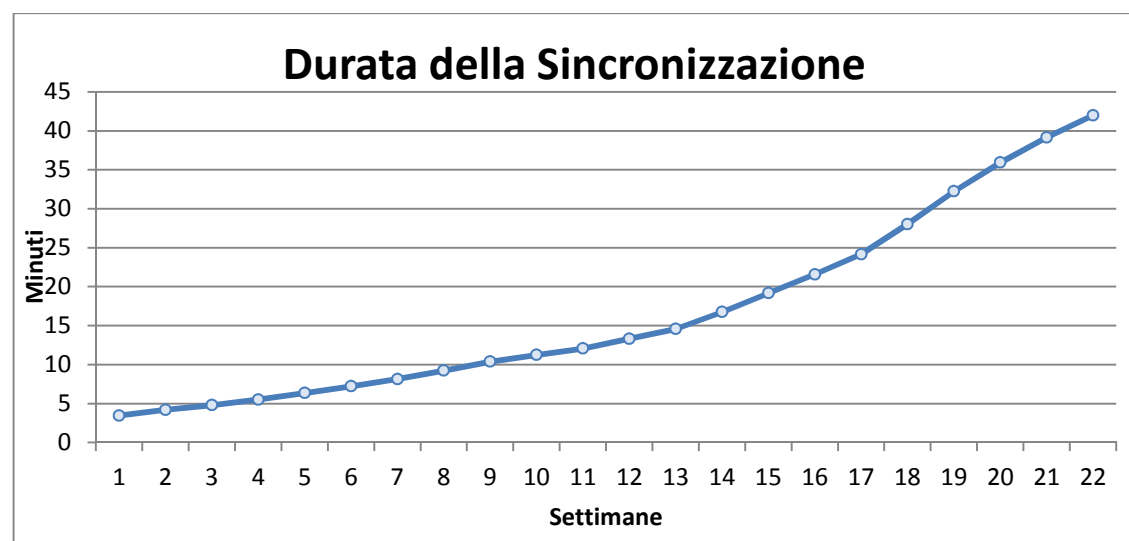


Figura 41 Durata di un Processo di Sincronizzazione Espressa in Minuti

4.2. PROBLEMATICHE E STRATEGIE RISOLUTIVE

In questa sezione saranno descritte le principali problematiche riscontrate durante la campagna sperimentale e le metodologie impiegate per risolverle.

4.2.1. SOSTITUZIONE DEL READ POINT IN SPEDIZIONE

In una prima fase del progetto, il processo di spedizione avrebbe dovuto impiegare il terminale mobile per gestire il flusso in uscita di tutti i prodotti diretti al punto vendita di Fidenza.

Ciò che è emerso sin dai primi test può riassumersi come segue:

1. Buone prestazioni di lettura per i capi appesi
2. Complicazioni nella gestione delle interferenze di lettura
3. Difficoltà tangibili su un numero rilevante di cartoni chiusi

La criticità indicata al punto 2 poteva essere risolta individuando nel magazzino un'area priva di interferenze, ma tale soluzione non è stata accolta favorevolmente dal management del CeDi.

La criticità al punto 3, invece, lascia spazio a numerosi dubbi sull'effettiva validità nell'impiego di un terminale dalle limitate prestazioni.

La soluzione ha previsto la sostituzione del dispositivo di lettura mobile con una gabbia schermata ed attrezzata con un lettore RFID fisso, di cui sono già stati descritti i dettagli (§3.4.2).

4.2.2. SPEDIZIONI NON CONFORMI

Il processo di spedizione è stato progettato per controllare un singolo collo per volta. Nel corso della campagna sperimentale si sono verificati più volte casi di spedizione non conformi, ossia sono stati inseriti nella gabbia più colli per volta, generando un'anomalia nell'associazione virtuale tra collo ed elementi in esso contenuti. Tale anomalia porta a confondere il sistema, il quale considera tutti i capi appartenenti a più colli letti simultaneamente come se appartenessero ad un solo collo. La conferma di spedizione di tale collo, cancella irreversibilmente le associazioni padre-figlio originarie.

In fase di ricevimento, l'applicazione mostra per quello stesso DDT un numero di colli decisamente inferiore a quello fisicamente ricevuto: il processo di verifica puntuale del

contenuto di ogni singolo collo perciò si perde, generando confusione e sprechi di tempo nel punto vendita.

Non esiste un vero e proprio rimedio a questo genere di anomalia, data l'irreversibilità nella cancellazione delle aggregazioni. La strategia adottata prevede la creazione di un DDT fittizio nel database del punto vendita, con il quale è possibile ricevere ogni tipo di merce non conforme. Non disponendo delle informazioni di aggregazione padre-figlio il ricevimento è attuabile considerando i capi come non attesi. Il sistema fornisce comunque il numero totale dei capi letti, utile ad un successivo confronto con un conteggio manuale.

Data l'importanza del progetto, il management del CeDi ha operato in modo da prevenire, per quanto possibile, ogni ulteriore difformità nel processo di spedizione da parte degli operatori addetti.

4.2.3. DISATTIVAZIONE DEI CAMERINI

La scarsa disponibilità di spazio nell'area di retro-negozio del punto vendita è causa di un problema ricorrente, che coinvolge il processo di Fitting: in mancanza di spazio i camerini in prossimità del corridoio di accesso al retro-negozio (camerini 1 e 2) sono utilizzati come area temporanea di stoccaggio di interi stendini di capi. Sebbene la logica del processo di Fitting (§3.8) preveda un filtraggio temporale atto ad eliminare la proliferazione di falsi positivi, il collocamento di interi stendini all'interno di un camerino per diverse ore (a volte anche giorni) determina la generazione di una considerevole mole di dati indesiderati.

Per arginare il problema è stato richiesto agli operatori del punto vendita di interrompere il processo di Fitting per i camerini occupati. L'interruzione manuale di un processo è attuabile accedendo, tramite un browser, ad una pagina di configurazione generale, come mostrato dalla Figura 42: l'operatore può attivare o arrestare unicamente le applicazioni server-side, come il Fitting sui camerini 1 e 2 oppure 3 e 4, il Ripristino e la Vendita. Nella medesima figura si può notare una segnalazione di errore riguardante l'impossibilità a connettere il dispositivo Inventory Bag, denominato anche "Proton Pack", poiché spento.



Figura 42 Interfaccia di Gestione dei Processi - Lato Server

4.2.4. EVOLUZIONE DEL PROCESSO DI VENDITA

La prima versione del processo di vendita prevedeva due fasi distinte: nella prima il capo doveva essere letto dall'antenna (A1) posta sotto il banco di vendita rispondente alla pressione del pulsante; nella seconda il cartellino strappato doveva essere rilevato dalla seconda antenna (A2), collocata all'interno del contenitore metallico (Tag Container o Trash Container). Un capo veniva dichiarato venduto solo nel caso in cui fosse stato letto da entrambe le antenne, rispettando l'ordine logico degli eventi. Il motivo alla base di tale decisione era la necessità di gestire quegli eventi, inizialmente ritenuti non sporadici, in cui un cliente può rinunciare all'acquisto dei prodotti, negli istanti di tempo compresi tra le due letture.

Dopo un primo periodo di test, è emerso che A2 non forniva le prestazioni di affidabilità e accuratezza necessarie: parecchi capi effettivamente venduti risultavano ancora all'interno del negozio, solitamente rintracciabili nella locazione di limbo. Subendo solo la lettura da A1, infatti, il capo non veniva spostato dalla locazione di provenienza risultando ancora presente nelle giacenze del negozio, sebbene il cartellino fosse situato all'interno del contenitore. Quei capi, durante il primo processo di Inventario Totale, risultando ancora nella lista degli attesi, venivano successivamente spostati nella zona di limbo, da cui non avrebbero potuto uscire in alcun modo.

La soluzione adottata ha previsto un cambiamento nella logica di funzionamento del processo, attribuendo anche alle letture subite dalla sola A1 la condizione sufficiente per considerare i relativi capi definitivamente venduti. Ciò ha consentito di evitare la gestione dei casi di

mancata vendita, alla luce delle considerazioni statistiche che hanno decretato tali eventi del tutto sporadici, dunque trascurabili.

Accade tuttavia che ad una mancata lettura di A2, comprensibile considerando le prestazioni sperimentate, possa sommarsi una mancata lettura di A1 determinando nuovamente un falso negativo di vendita.

Per risolvere tale problematica è stata adottata l'attività di recupero periodico dei cartellini nel contenitore metallico, al fine di leggerli separatamente con un diverso lettore RFID; la procedura, sebbene totalmente manuale e a carico del personale del laboratorio, garantisce una percentuale di affidabilità del 100%.

4.3. NUOVI MODULI

Il progetto di sperimentazione, oltre ad impattare sui processi logistici della supply chain e migliorare il controllo sulle giacenze del punto vendita, ha inoltre ottenuto un riscontro favorevole dal personale coinvolto. Nel corso della campagna sperimentale, infatti, sono risultati fondamentali i commenti ed i suggerimenti degli operatori del punto vendita, che hanno dimostrato di apprezzare l'aiuto derivante dall'impiego della nuova tecnologia e di aver intravisto fin da subito i benefici che ne derivano. Grazie a tale collaborazione sono stati progettati e successivamente sviluppati nuovi moduli software che, oltre a rispondere alle esigenze pratiche degli operatori, hanno fornito nuovi spunti per il calcolo delle metriche prestazionali.

4.3.1. CONTROLLO GIACENZE

Uno dei nuovi moduli introdotti è il Controllo Giacenze, ovvero uno strumento in grado di fornire in tempo reale la giacenza di retro-negozi per qualsiasi item mostrato al varco di ripristino. L'esigenza nasce dalla necessità di rispondere alla domanda della clientela in merito alla disponibilità di una taglia o di una variante colore particolare, sulla base di un modello specifico. Nel contesto AS IS, tale attività veniva svolta dagli operatori effettuando un controllo fisico in magazzino dell'effettiva disponibilità del capo richiesto. Nello scenario TO BE, l'innovazione risiede nell'interazione con il sistema RFID, limitandosi a leggere il cartellino RFID del modello di confronto. Il sistema, recuperate le combinazioni di taglia e colore esistenti, è in grado di fornire immediatamente la quantità disponibile per ciascuna referenza in ciascuna area logistica: area vendita, magazzino oppure limbo.

L'applicazione sviluppata è integrata nel varco di ripristino e sfrutta il sistema base di lettura aggiungendo una nuova funzionalità in risposta ad eventi particolari: l'operatore, su richiesta

della clientela, preleva dall'area vendita il capo di riferimento e lo mostra al varco come se intendesse effettuare una movimentazione verso il magazzino; l'applicazione ne mostra la direzione presunta, l'operatore preme il tasto Pausa e seleziona la riga corrispondente al capo, visualizzata sullo schermo. Successivamente, compare una nuova schermata da cui è possibile ottenere in tempo reale le informazioni ricercate, riducendo significativamente i tempi di ricerca.

In Figura 43 sono mostrate le quantità in magazzino relative alle taglie 41 e 43 del PANTALONE P066F0170J. L'aggiunta delle tab Negozio e Incerto estende la ricerca alle zone rispettivamente di Area Vendita e Limbo.

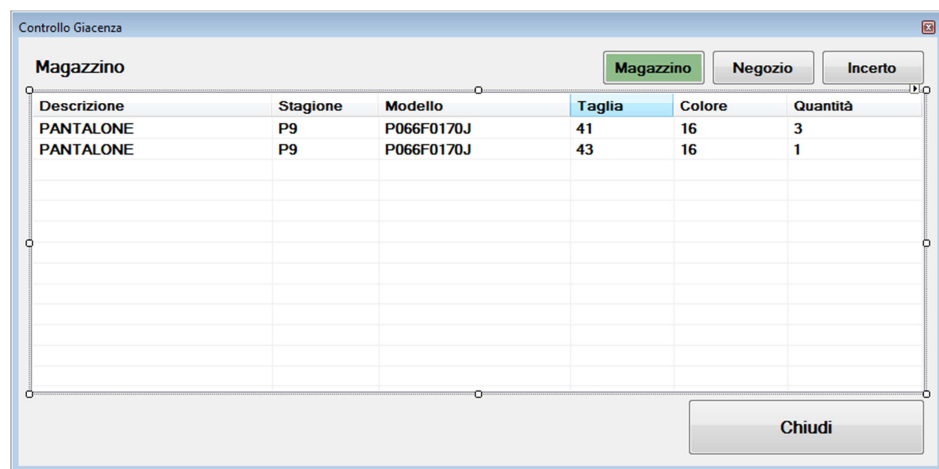


Figura 43 Interfaccia Software del Modulo di Controllo Giacenze

4.3.2. CATALOGO PRODOTTI

Il Catalogo dei capi ha lo scopo di aiutare gli operatori nell'individuazione di uno specifico modello durante le attività di ricerca di un item, come ad esempio nel ripristino quotidiano suggerito dalla Dashboard per sopperire alle vendite. Questo modulo non sfrutta il sistema RFID poiché si limita a mostrare un'immagine relativa al modello di un capo.

L'interfaccia è stata integrata nell'applicazione di Ripristino ed è accessibile direttamente, senza la necessità di interrompere le attività di lettura del varco.

L'operatore può digitare il codice del modello cercato oppure lo seleziona dal menù a tendina. Alla pressione del pulsante “Mostra”, l'applicazione recupera l'immagine corrispondente e la visualizza sullo schermo (Figura 44).



Figura 44 Interfaccia Software del Modulo Catalogo Prodotti

4.3.3. MOBILE REPLENISHMENT

Introdotta nell'ultima fase di sperimentazione, questo modulo consente agli operatori di conoscere la giacenza delle varianti taglia e colore di un capo di riferimento, nonché la quantità venduta negli ultimi giorni (Figura 45). L'applicazione, analoga al modulo di Controllo Giacenze per logica di recupero dei dati dal database, è stata realizzata per terminale mobile ed utilizza il lettore di codici a barre per acquisire il codice GTIN13 relativo al capo di confronto.

Colore	Taglia	RN	AE	OB	\$

Figura 45 Interfaccia Software del Modulo Mobile Replenishment

5. CONCLUSIONI

Il progetto “RFID Fashion Pilot” ha voluto indagare l’applicazione della tecnologia di identificazione in radiofrequenza nel settore fashion, andando a serializzare ed identificare, mediante l’applicazione di un’etichetta dotata di tag RFID, i capi di abbigliamento provenienti da un CeDi sino ad un punto vendita.

Il progetto di sperimentazione ha avuto una durata complessiva di 152 giorni dal 2 Aprile 2010 al 31 Agosto 2010, monitorando un totale di XXX¹³ capi, coinvolgendo un centro di distribuzione ed un punto vendita outlet appartenenti a Miroglio Group.

L’obiettivo è stato quello di verificare, attraverso un pilota, la concreta introduzione della tecnologia RFID all’interno di un contesto reale, come quello di un noto punto vendita di abbigliamento.

Questo documento ha avuto lo scopo primario di analizzare in dettaglio l’infrastruttura software alla base del progetto operativo. Come fase preliminare alla realizzazione dell’impianto, al fine di ottenere un background informatico esauriente sullo stato dell’arte, sono stati studiati diversi approcci seguiti dalle aziende e dai laboratori di ricerca più avanzati nella gestione di un flusso di informazioni contraddistinto da diverse criticità:

- **Remote Players Data Sharing:** condivisione di dati tra attori remoti interconnessi tramite la rete Internet
- **RIFD Field Data Filtering and Collection:** gestione intelligente dei dati provenienti dal campo, adeguatamente filtrati ed arricchiti di significato
- **Global Standard Adoption:** adozione di standard globali per garantire un naturale sviluppo del progetto nell’ottica di implementarlo a livello industriale
- **Fault Tolerance, Robustness and Reliability:** impiego di strumenti in grado di garantire una buona tolleranza ai guasti, di saper gestire ogni tipo di eccezione possibile e che offra le garanzie minime di funzionamento continuativo con un ridotto intervento tecnico.

I casi di studio analizzati hanno fornito importanti spunti su come realizzare al meglio un’infrastruttura RFID hardware e software, in grado di superare le criticità individuate.

¹³ Dato protetto da accordo di non divulgazione

Il cuore dell'infrastruttura è rappresentato dal middleware: un insieme di moduli software organizzato su più strati, con il compito di trasformare i dati grezzi, costituiti dalle letture RFID, in eventi a valore aggiunto. L'infrastruttura realizzata implementa gli standard introdotti da EPCglobal per la realizzazione di una rete di attori appartenenti alla stessa supply chain: sfruttando i vantaggi dell'architettura EPCNetwork gli attori condividono i dati di tracciabilità dei capi tramite l'infrastruttura EPCIS.

Per ciascuno dei processi logistici ripensati in ottica RFID sono stati realizzati degli applicativi sia per dispositivi mobili che per postazioni fisse. Tali programmi rappresentano le applicazioni client, che interagiscono con gli utenti e permettono di attivare o disattivare le letture, di manipolare liste di item e di convalidare l'esito di un processo.

La presenza di alcune, impreviste, anomalie di funzionamento ha spinto ad adottare strategie di risoluzione che, in alcuni casi, hanno condotto alla riprogettazione del software. Grazie alla stretta collaborazione con il personale del punto vendita, sono stati sviluppati nuovi moduli software in grado di offrire assistenza alla vendita con un deciso abbattimento di tempi e costi.

L'infrastruttura realizzata, con le necessarie modifiche, ha consentito l'ottimale sviluppo del pilota, garantendone un livello di prestazione soddisfacente.

Dall'analisi dei dati maggiormente significativi, raccolti per la misurazione delle prestazioni del sistema, emerge che in linea di massima il sistema ha ben supportato il carico di lavoro complessivo. Decisamente inattesa, invece, è l'anomala crescita del tempo necessario per completare un processo di sincronizzazione dei dati EPCIS tra i server: pertanto negli eventuali sviluppi futuri del progetto occorrerà indagarne accuratamente le cause affinché il sistema risulti più robusto.

I risultati della campagna sperimentale evidenziano non solo le valutazioni qualitative sulle prestazioni del sistema software ma confermano anche una serie di benefici derivanti dall'impiego di una nuova tecnologia per la tracciabilità e l'identificazione dei prodotti fashion. Tali benefici hanno consentito di ottimizzare la gestione delle giacenze nel punto vendita, di rendere più efficiente il controllo dei flussi dal CeDi al punto vendita e, di conseguenza, di raggiungere un incremento di fatturato.

Per concludere, resta forte l'interesse per la prosecuzione del progetto "RFID Fashion Pilot", che è stato coadiuvato dal supporto degli standard introdotti dall'ente internazionale EPCglobal: questo rappresenta un passo fondamentale nel percorso di sviluppo del progetto e

può spingerlo ad evolversi da pilota sperimentale ad impianto consolidato e conforme al l'idea di un EPCNetwork globale.

APPENDICE A – GLOSSARIO

Adapter. Con il nome adapter, o adattatore si denota un design pattern utilizzato in informatica nella programmazione orientata agli oggetti. A volte viene chiamato *wrapper* (ovvero involucro) per il suo schema di funzionamento. Il fine dell'adapter è di fornire una soluzione astratta al problema dell'interoperabilità tra interfacce differenti. Il problema si presenta ogni qual volta nel progetto di un software si debbano utilizzare sistemi di supporto (come per esempio librerie) la cui interfaccia non è perfettamente compatibile con quanto richiesto da applicazioni già esistenti. Invece di dover riscrivere parte del sistema, compito oneroso e non sempre possibile se non si ha a disposizione il codice sorgente, può essere comodo scrivere un adapter che faccia da tramite.

Antenne Near-Field & Far-Field. Il campo elettromagnetico generato da una sorgente radiante può essere suddiviso in due regioni ben distinte all'interno delle quali si possono individuare differenze sostanziali nelle caratteristiche comportamentali del campo. Nella regione interna (*near*, vicina) più vicina alla sorgente radiante, predominano gli effetti induttivo-capacitivi del campo; per captare il segnale i transponder riceventi concatenano le linee di flusso di campo magnetico tramite le spire. Nella regione esterna (*far*, lontana), che si estende dalla zona di transizione all'infinito, il campo agisce come una "normale" radiazione elettromagnetica, la cui potenza decresce con il quadrato della distanza; in questa regione i transponder utilizzano un dipolo per captare il segnale. Il limite tra le due regioni è definito in termini di rapporto tra la distanza dalla sorgente radiante e la lunghezza d'onda della radiazione. Le antenne radianti sono progettate per operare in modo più efficiente in una delle due regioni, perciò prendono il nome dalla regione ottimale di funzionamento.

LLRP Low Level Reader Protocol. L'LLRP è uno degli standard introdotti da EPCglobal ed è utilizzato da un sistema per accedere alle informazioni contenute in un lettore RFID, indipendentemente dal produttore e dal modello specifico. E' un protocollo basato sullo scambio di messaggi in formato XML. Tramite un messaggio LLRP una applicazione client è in grado di richiedere la configurazione del Reader e di istruirlo affinché questo esegua delle operazioni di lettura o scrittura, potendo anche contare sul controllo dei segnali generici di Input e Output.

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 Composizione dell'EPCglobal Network	11
Figura 2 Il Flusso dei Prodotti.....	21
Figura 3 Schema Logico a Blocchi dell'Architettura Software	23
Figura 4 Composizione della Rete del Progetto.....	24
Figura 5 Composizione Hardware CeDi.....	24
Figura 6 Composizione Hardware PV.....	25
Figura 7 Le Tabelle PROCESS.....	27
Figura 8 Le Tabelle MIDDLEWARE (a) e DATAWAREHOUSE (b).....	27
Figura 9 Relazione tra i Campi dell'Anagrafica e Etichetta Stampata.....	30
Figura 10 Architettura Logica del Middleware RFID	32
Figura 11 Activity Diagram dei Principali Moduli di Controllo dei Dispositivi.....	33
Figura 12 Esempio di Compilazione di un Template di Stampa.....	34
Figura 13 Processo Decisionale di Rimozione delle Letture Duplicate	35
Figura 14 Architettura Logica del Middleware Mobile	37
Figura 15 Interazione tra Applicazione Generica su Terminale Mobile e Middleware RFID	37
Figura 16 Terminale Utilizzato per il Ricondizionamento dei Capi	38
Figura 17 Casi d'Uso per i Processi di Ricondizionamento (a) e Spedizione (b).....	39
Figura 18 Composizione dell'Etichetta Re-ingegnerizzata	41
Figura 19 Interfaccia di Configurazione di una Spedizione.....	44
Figura 20 Sequence Diagram Relativo al Processo di Spedizione.....	45
Figura 21 Interfacce di Spedizione - (a): Mancanti, (b): Letti, (c): Non Attesi.....	46
Figura 22 Struttura Metallica del Processo di Spedizione (Gabbia).....	48
Figura 23 Interfacce di Ricevimento su Terminale Mobile - (a): Setup, (b): Processo.....	50
Figura 24 Interfaccia Generale di Selezione dei Moduli su Terminale Mobile	51
Figura 25 Passaggio Dall'interfaccia di Ripristino alla Configurazione del Processo di Ricevimento	51
Figura 26 Albero Decisionale per la Selezione dei Moduli Dall'interfaccia di Ripristino	52
Figura 27 Interfaccia di Setup del Processo di Ricevimento	53
Figura 28 Interfacce di Ricevimento - (a): Mancanti, (b): Non Attesi	53
Figura 29 Transizione degli Stati nel Processo di Ripristino.....	54
Figura 30 Interfacce del Processo di Ripristino - (a): Verso Negozi, (b): Verso Magazzino, (c): Intervento Manuale	55

Figura 31 Sequence Diagram relativo al Processo di Ripristino.....	56
Figura 32 Sequence Diagram Relativo al Processo di Vendita.....	57
Figura 33 Interfaccia del Software di Cassa	59
Figura 34 Interfaccia di Configurazione del Cerca Tag.....	62
Figura 35 Interfacce Dell'applicazione Cerca Tag nell' Avvicinamento al Capo Cercato	63
Figura 36 Sequence Diagram Relativo All'applicazione di Cerca Tag.....	64
Figura 37 Numero di Record Memorizzati Settimanalmente nel Database CeDi.....	66
Figura 38 Numero di Record Memorizzati Settimanalmente nel Database PV.....	66
Figura 39 Dimensione del Database CeDi Espressa in Numero Complessivo di Record Memorizzati	67
Figura 40 Dimensione del Database PV Espressa in Numero Complessivo di Record Memorizzati	67
Figura 41 Durata di un Processo di Sincronizzazione Espressa in Minuti	67
Figura 42 Interfaccia di Gestione dei Processi - Lato Server.....	70
Figura 43 Interfaccia Software del Modulo di Controllo Giacenze	72
Figura 44 Interfaccia Software del Modulo Catalogo Prodotti	73
Figura 45 Interfaccia Software del Modulo Mobile Replenishment.....	73

BIBLIOGRAFIA

1. RFID Logistics Pilot. [Online] 2008. <http://www.rlp.unipr.it>.
2. **EPCglobal Inc. (2007)** Electronic Product Code (EPC): An Overview. [Online] 2007. http://www.gs1.org/docs/epcglobal/an_overview_of_EPC.pdf.
3. **Bottani, E et al. (2009)** A methodological approach to the development of RFID supply chain projects. *International Journal of RF Technologies: Research and Applications*, I (2), 131-150.
4. **Srivastava, B. (2004)** Radio frequency ID technology: the next revolution in SCM. *Business Horizons*, XLVII (6), 60-68.
5. **Huang, G.Q. et al. (2003)** The Impacts of Sharing Production Information on Supply Chain Dynamics: a Review of the Literature, *Internatinal Journal of Production Research*, IXI (7), 1483-1517.
6. **Bahiaqi, I & Beaumont, N. (2005)** Information Sharing in Supply Chains: a Literature Review and Research Agenda, *Proceeding of the 19th ANZAM Conference*.
7. **Mc Clellan, M. (2003)** *Collaborative Manufacturing: Using Real-Time Information to Support the Supply Chain*, Terrebonne, Oregon, USA.
8. **Bottani, E. & Rizzi, A. (2008)** Economical assessment of the impact of RFID technology and EPC system on the Fast Moving Consumer Goods supply chain, *International Journal of Production Economics, special issue RFID: Technology, Applications and Impact on Business Operations*.
9. **Montanari, R. & Volpi, A. (2006)** Logistics Optimization and Supply Chain Management through RFID in the Italian FMCG Industry: a Research Roadmap, *3rd RFID Academic Convocation, Beijing (China)*.
10. **Bertolini, M. et al. (2010)** The Benefits of RFID and EPC in the Supply Chain: Lessons from an Italian Pilot Study, *The Internet of Things*, 293-302.
11. **Fosso Wamba, S. et al. (2006)** Enabling Intelligent B-to-B eCommerce Supply Chain Management Using RFID and the EPC Network: A Case Study in the Retail Industry, *ICEC '06 Proceedings of the 8th international conference on Electronic commerce: The new e-commerce: innovations for conquering current barriers, obstacles and limitations to conducting successful business on the internet*.

12. **Fosso Wamba, S. & Lefebvre, L.A. (2007)** Integrating RFID Technology and EPC Network into a B2B Retail Supply Chain: a Step Toward Intelligent Business Processes, *Journal of Technology Management & Innovation*, 114-124.
13. **Fleisch, E. & Tellkamp, C. (2005)** Inventory inaccuracy and supply chain performance: a simulation study of a retail supply chain, *International Journal of Production Economics*, XCV (3), 373-385.
14. **Srivastava, S. (2007)** Radio frequency identification technology in retail outlets: indian scenario. *International Journal of Manufacturing Technology and Management*, X(1), 71-91.
15. **Ferreira Chavez, L.W. et al. (2010)** Finding Misplaced Items in Retail by Clustering RFID Data, *EDBT '10 Proceedings of the 13th International Conference on Extending Database Technology*.
16. **Quagini, L. (2004)** *Business intelligence e knowledge management. Gestione delle informazioni e delle performances nell'era digitale*, Milano, Franco Angeli.
17. **Baars, H et al. (2008)** Combining RFID Technology and Business Intelligence for Supply Chain Optimization – Scenarios for Retail Logistics, *Proceedings of the 41st Hawaii International Conference on System Sciences*.
18. **Howson, C. (2008)** *Successful Business Intelligence: Secrets to Making BI a Killer App*,. New York, USA, McGraw-Hill.
19. **Yan, B & Du, B. (2009)** Research on Garment Supply Chain Management System Based on RFID, *ISECS International Colloquium on Computing, Communication, Control, and Management*.
20. **Salomie, I. et al. (2008)** Model and SOA solutions for traceability in logistic chains, *iiWAS '08 Proceedings of the 10th International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services*.
21. **Mattern, F. & Floerkemeier, C. (2010)** From the Internet of Computers to the Internet of Things, *Lecture Notes in Computer Science*, 6462, 242-259.
22. **Liekenbrock, D. (2009)** Scientific Workshop 4: The Internet of Things State-of-the-Art and Perspectives for Future Research, *Constructing Ambient Intelligence*, XXXII (2), 10-15.
23. **Thiesse, F. et al. (2009)** Technology, Standards, and Real-World Deployments of the EPC Network, *Internet Computing, IEEE*, XIII (2), 36-43.

24. **Ziekow, H. (2007)** In-Network Event Processing in a Peer to Peer Broker Network for the Internet of Things, *On The Move To Meaningful Internet Systems 2007: OTM 2007 Workshops - Lecture Notes in Computer Science*, 4806.
25. **Lee, Y.M. et al. (2004)** Exploring the impact of RFID on supply chain dynamics, *Proceedings of the 36th conference on Winter simulation*, II, 1145-1152.
26. **Wang, F. et al. (2009)** Complex RFID event processing, *The VLDB Journal — The International Journal on Very Large Data Bases*, XVIII (4), 913-931.
27. **Wang, F. et al. (2006)** Bridging Physical and Virtual Worlds: Complex Event Processing for RFID Data Streams, *10th International Conference on Extending Database Technology (EDBT'2006)*.
28. **Haifang, C. et al. (2010)** E-cooperation Retail Chain information System based on RFID, *Advanced Management Science (ICAMS), IEEE International Conference on*, I, 620-624.
29. **Cheong, T. & Kim, Y. (2005)** RFID Data Management and RFID Information Value Chain Support with RFID Middleware Platform Implementation, *On The Move to Meaningful Internet Systems 2005: COOPIS, DOA, and ODBASE - Lecture Notes in Computer Science*, 3760, 557-575.
30. **Floerkemeier, C. et al. (2007)** RFID Application Development with the Accada Middleware Platform, *IEEE Systems J.*, I (2), 82-94.
31. **Zarokostas, N. (2007)** RFID Middleware Design for Enhancing Traceability in the Supply Chain Management, *The 18th Annual IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC'07)*.
32. **Fazzinga, B et al. (2009)** Efficient and effective RFID data warehousing, *Proceedings of the 2009 International Database Engineering & Applications Symposium*.
33. **Konidala, D.M. & Kim, K.(2006)** Mobile RFID Applications and Security Challenges, *Information Security and Cryptology – ICISC 2006 Lecture Notes in Computer Science*, 4296, 194-205.
34. **Bertolini, M. & Volpi, A. (2008)** Performance measurement of EPC Class1 Gen2 devices: a benchmark testing protocol for industrial applications. Part I - Part II, *unpublished*.
35. **Barani, L. (2008)** RFID Logistics Pilot: analisi e progettazione dei processi logistici relativi al produttore e al centro di distribuzione di una Supply Chain, *unpublished master's thesis dissertation*, Università degli Studi di Parma.

36. **Dallagiacomma, L. (2008)** RFID Logistics Pilot: analisi e progettazione dei processi logistici relativi al centro di distribuzione e ai punti vendita, *unpublished master's thesis dissertation*, Università degli Studi di Parma.
37. **Bottani, E. & Rizzi, A. (2007)** The impact of RFID and EPC Network on bullwhip effect in the Italian FMCG supply chain, *Proceedings of the 4th EU RFID Academic Convocation*.
38. **Smith, Alan D. (2005)** Exploring radio frequency identification technology and its impact on business systems, *Information Management & Computer Security*, XIII (1), 16-28.
39. **Jones, P et al. (2005)** The benefits, challenges and impacts of radio frequency identification technology (RFID) for retailers in the UK, *Marketing Intelligence & Planning*, XXIII (4), 395-402.
40. **Lapide, L. (2004)** RFID: What's in it for the forecaster?, *The Journal of Business Forecasting*.
41. **Chen, C.C. et al. (2010)** Development of an RFID-based Management System for Fashion Industry, *Service Systems and Service Management (ICSSSM)*, 7th International Conference on.
42. **Bo, Y. et al. (2008)** Apparel supply chain management based on RFID, *27th Chinese Control Conference*. 2008, 419-423.
43. **Wong, K.H.M et al. (2006)** A Framework for Data Flow in Apparel Supply Chain Using RFID Technology, *Industrial Informatics, 2006 IEEE International Conference on*, 61-66.
44. **Bottani, E. et al. (2009)** The impact of RFID technology on logistics processes of the fashion industry supply chain, *International Journal of RF Technologies: Research and Applications*, 1 (4), 225-252.
45. **Hamilton, D. et al. (2009)** Using RFID to Overcome Inventory Control Challenges: A Proof of Concept, *Ubiquitous Intelligence and Computing - Lecture Notes in Computer Science*, 353-366.
46. **Inaba, T. (2006)** EPC System for a Safe & Secure Supply Chain and How it is Applied, *Networked RFID Systems and Lightweight Cryptography*, III, 191-210.
47. **Müller, J. et al. (2009)** Gain in Transparency versus Investment in the EPC Network – Analysis and Results of a Discrete Event Simulation Based on a Case Study in the Fashion Industry, *Service-Oriented Computing. ICSOC/SERVICEWAVE 2009 WORKSHOPS. Lecture Notes in Computer Science*, 6275, 145-155.
48. **Singelée, D. & Seys, S. (2009)** User Privacy in RFID Networks, *Highlights of the Information Security Solutions Europe 2009 Conference (ISSE 2009)*.

49. **Roberti, M. (2003)** (a cura di) EPC in Fashion at Marks & Spencer, *RFID Journal*, 377.
50. **Staake, T. et al. (2008)** Anti-Counterfeiting and Supply Chain Security, *Networked RFID systems and lightweight cryptography*, 33-44.
51. **Staake, T. & Fleisch, E. (2008)** The Potential of RFID for Brand - and Product – protection, *Countering Counterfeit Trade*, 161-196.
52. **Ranasinghe, D.C. (2008)** Lightweight Cryptography for Low Cost RFID, *Networked RFID systems and lightweight cryptography*, 311-346.
53. **Lehtonen, M. et al. (2009)** Securing RFID Systems by Detecting Tag Cloning, *Ubiquitous Intelligence and Computing - Lecture Notes in Computer Science*, 5538, 291-308.
54. **Collins, J. (2004)** Marks & Spencer Expands RFID Trial, *RFID Journal*, 791.
55. **Collins, J. (2005)** Marks & Spencer to Extend Trial to 53 Stores, 1412.
56. **Loebbecke, C. & Palmer, J. (2006)** A Real-World Pilot of RFID along the Fashion Industry: Kaufhof and Gerry Weber in Germany, *Academy of Management Annual Meeting*.
57. **Loebbecke, C. (2007)** Piloting RFID Along the Supply Chain: A Case Analysis, *Electronic Markets*, XVII (1), 29-37.
58. **Al-Kassab, J. Et al. (2010)** RFID in the Apparel Retail Industry: A Case Study from Galeria Kaufhof, *Unique Radio Innovation for the 21st Century*, 281-308.
59. **Loebbecke, C. (2006)** RFID's Potential in the Fashion Industry: A Case Analysis, *19th Bled eConference eValues. Bled (Slovenia)*.
60. **Wessel, R. (2007)** Metro Group's Galeria Kaufhof Launches UHF Item-Level Pilot, *RFID Journal*, 3624.
61. **Thiesse, F. et al. (2009)** Understanding the Value of Integrated RFID Systems: A Case Study from Apparel Retail, *European Journal of Information Systems*, XVIII, 592-614.
62. **Wessel, R. (2007)** Karstadt Readies for RFID, *RFID Journal*, 3383.
63. **Edwards, J. (2009)** An RFID Fashion Statement, *RFID Journal*, 5081.
64. **Roberti, M. (2009)** RFID Adoption by Apparel Retailers Gains Momentum, *RFID Journal*, 4738.

65. **Swedberg, C. (2009)** Charles Voegle Group Finds RFID, *RFID Journal*, 4836.
66. **O'Connor, M.C. (2008)** American Apparel Expands RFID to Additional Stores, *RFID Journal*, 4510.
67. **M.Roberti. (2009)** American Apparel RFID Project Featured in Video, *RFID Journal*, 5015.
68. **Swedberg, C. (2010)** American Apparel Adds RFID to Two More Stores, Switches RFID Software, *RFID Journal*, 7313.
69. **O'Connor, M.C. (2008)** American Apparel Makes a Bold Fashion Statement With RFID, *RFID Journal*, 4018.
70. **Swedberg, C. (2005)** American Apparel's RFID Guru Launches RFID Software Startup, *RFID Journal*, 7943.
71. **Floerkemeier, C.& Thiesse, F. (2005)** EPC Technology, *Security in Pervasive Computing - Lecture Notes in Computer Science*, 3450.
72. **Floerkemeier, C. et al. (2007)** Facilitating RFID Development with the Accada Prototyping Platform, *Pervasive Computing and Communications Workshops. PerCom Workshops '07. Fifth Annual IEEE International Conference on*, 495-500.
73. **Brock, D.** The Electronic Product Code (EPC) — A Naming Scheme for Physical Objects. <<http://www.autoidlabs.org/single-view/dir/article/6/94/page.html>>, 2006, agg. 2011.
74. **Ranasinghe, D.C. et al. (2008)** EPC Network Architecture, *Networked RFID Systems and Lightweight Cryptography*, I, 59-78.
75. **Uckelmann, D. et al. (2007)** Autonomous Control and the Internet of Things: Increasing Robustness, Scalability and Agility in Logistic Networks, *Unique Radio Innovation for the 21st Century*, 163-182.
76. **EPCglobal** The EPCglobal Architecture Framework. <<http://www.gs1.org/gsm/kc/epcglobal/architecture>>, 2009, agg. 2011.
77. **Indicod-ECR** EPCglobal Network. <<http://indicod-ecr.it/standard/gs1-epcglobal/epcglobal-network/>>, agg. 2011.
78. **ChaoKan, D. & ShuiHua, H. (2007)** Integrating EPCglobal Network with Web Services, *6th International Conference on Service Systems and Service Management*.

79. **Violino, B. (2003)** Linking RFID with Web Services, *RFID Journal*, 606.
80. **Shih, D.H. et al. (2005)** Securing industry-wide EPCglobal Network with WS-Security, *Industrial Management & Data Systems*, CV (7), 972-996.
81. **Hong, S. (2008)** Web services reengineer RFID system, *Journal of Communication and Computer*, V (1).
82. **Zhao, Y.Q. & Zeng, J.F. (2009)** Survey of Application of Web Services to RFID Systems, *Computer Application Research*.
83. **Catallozzi, R. (2010)** Rfid Fashion Pilot Analisi e progettazione dei processi relativi al centro di distribuzione e al punto vendita. Case study Miroglio Fashion, *unpublished master's thesis*, Università degli Studi di Parma.
84. **Farano, G. (2010)** Analisi Sperimentale dell'Impatto della Tecnologia RFID nella Supply Chain Fashion, *unpublished master's thesis*, Università degli Studi di Parma.
85. **Hamilton, K. & Miles, R. (2006)** *Learning UML 2.0*, Sebastopol, California, USA, O'Reilly.
86. **Kürschner, C. et al. (2006)** Discovery Service Design in the EPCglobal Network Towards Full Supply Chain Visibility, *The Internet of Things - Lecture Notes in Computer Science*, 4952, 19-34.
87. **Manzanares Lopez, P. et al. (2006)** An efficient distributed discovery service for EPCglobal network in nested package scenarios, *Journal of Network and Computer Applications*.
88. **EPCglobal** EPC Radio-Frequency Identity Protocols, Class-1 Generation-2 UHF RFID Protocol for Communications at 860 MHz — 960 MHz Version 1.0.9. <<http://www.gs1.org/gsm/kc/epcglobal/uhf1g2>>, agg. 2011.
89. **Polytarchos, E. et al. (2006)** Evaluating Discovery Services Architectures in the Context of the Internet of Things, *Unique Radio Innovation for the 21st Century*, 203-227.