



**UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE**

**FACOLTÀ DI INGEGNERIA**

**Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica**

**STUDIO E SVILUPPO DI UN SISTEMA DI  
TRACCIAMENTO E ANTIFURTO DEL GASOLIO  
BASATO SUL SISTEMA TRACKFUEL**

**STUDY AND DEVELOPMENT OF A DIESEL FUEL TRACKING  
AND ANTI-THEFT SYSTEM BASED ON TRACKFUEL  
TECHNOLOGY**

*Tesi di laurea di:*

**DAVIDE BERTUOLO**

*Relatore:*

**Prof. MARCO ROSSI**

---

*Anno Accademico 2024-2025*



## **Abstract**

La presente tesi è incentrata sull'analisi e sul miglioramento di un sistema antifrode per carburante destinato a veicoli industriali e aziendali, denominato Trackfuel, sviluppato dalla start-up innovativa 3IVM S.r.l. Il fenomeno della sottrazione illecita di carburante rappresenta oggi una criticità diffusa nel contesto delle flotte aziendali, con rilevanti ripercussioni economiche e gestionali, spesso aggravate dalla scarsa digitalizzazione dei processi di rifornimento e dalla limitata tracciabilità delle operazioni finali di erogazione.

L'elaborato si basa sull'esperienza di tirocinio curricolare svolta presso l'azienda e ha come obiettivo principale la valutazione tecnica del sistema, con particolare attenzione agli aspetti di compatibilità installativa e affidabilità meccanica dei componenti. Le attività svolte hanno incluso analisi progettuale, osservazioni e verifiche durante uscite sul campo presso clienti dotati di cisterne aziendali, nonché l'individuazione delle principali criticità legate alla variabilità dei serbatoi e dei sistemi di rifornimento presenti nel settore dei veicoli industriali.

A seguito delle problematiche riscontrate, sono state sviluppate e testate soluzioni migliorative riguardanti componenti chiave del sistema, con l'obiettivo di incrementare robustezza, ripetibilità di montaggio e standardizzazione. I risultati ottenuti evidenziano come l'ottimizzazione delle interfacce meccaniche e dei sistemi di aggancio contribuisca a rendere il prodotto più affidabile e industrializzabile, favorendone l'applicabilità su un ampio parco veicolare e in differenti contesti di rifornimento.



# Indice

CAPITOLO 1- INTRODUZIONE.....	7
1.1 CONTESTO GENERALE DELLA FRODE DI CARBURANTE .....	7
1.2 OBIETTIVI DELLA TESI (Obiettivo generale - Risultati attesi e criteri di scelta finale).....	8
1.3 RILEVANZA TECNICA E INDUSTRIALE DEL PROGETTO (Contesto applicativo nel settore - Rilevanza tecnica, industriale e commerciale - Potenzialità del progetto) .....	9
1.4 L'AZIENDA E PROGETTO AZIENDALE .....	10
1.5 SCOPO DEL TIROCINIO .....	11
1.6 ATTIVITÀ SVOLTE.....	12
CAPITOLO 2 – ANALISI TECNICA DEL PRODOTTO TRACKFUEL .....	13
2.1 DESCRIZIONE FUNZIONALE PRODOTTO .....	13
2.2 BREVETTI E CERTIFICAZIONI (ATEX, ECE, LVD).....	19
2.3 DESCRIZIONE E STUDIO DELLE RELATIVE PROBLEMATICHE SUI DISPOSITIVI E PRODOTTI ATTUALI .....	20
2.3.1- GOMMATAG .....	20
2.3.2 COPRITAPPO.....	20
2.3.3 ANTENNA RFID.....	21
2.4 ELABORAZIONI DELLE SOLUZIONI ED EVENTUALI ASPETTI MIGLIORATIVI .....	22
2.4.1- PLASTI-TAG.....	22
2.4.2- COPRITAPPO .....	23
2.4.3 ANTENNA RFID.....	24
2.5 DESCRIZIONE DISPOSITIVI MIGLIORATI E SVILUPPATI .....	24
2.6 STUDI STRUTTURALI SUI PROTOTIPI.....	26
2.7 STUDIO EVENTUALI CRITICITÀ E DIFFICOLTÀ DELL' AMBIENTE CIRCOSTANTE ..	26
CAPITOLO 3 – APPROCCIO SUL CAMPO ED ISTALLAZIONI.....	27
3.1 USCITE SUL CAMPO PER STUDIO TECNICO .....	27
3.2 STUDIO DI MODALITÀ DI ACCOPPIAMENTO NEL SERBATOIO .....	28
3.3 STUDIO CISTERNE E POMPE DI EROGAZIONE CARBURANTE EXTRA-RETE.....	29
3.4 INSTALLAZIONE DEI VARI DISPOSITIVI E VALIDAZIONE OPERATIVA .....	30
3.5 PARTECIPAZIONE ALLA FIERA OIL&NONOIL .....	31
CAPITOLO 4 – DISCUSSIONI FINALI E CONCLUSIONI.....	33
4.1 VALUTAZIONE COMPLESSIVA DELLE MODIFICHE IMPLEMENTATE .....	33
4.2 EVENTUALI IDEE DI STUDIO PER FUTURI MIGLIORAMENTI. ....	34
5 - CONCLUSIONI .....	36



# CAPITOLO 1- INTRODUZIONE

## 1.1 CONTESTO GENERALE DELLA FRODE DI CARBURANTE

Il fenomeno della frode e della sottrazione di carburante rappresenta oggi un problema ampiamente diffuso nelle realtà aziendali, colpendo sia imprese di piccole e medie dimensioni sia grandi realtà industriali. Tale problematica coinvolge contesti che spaziano da aziende dotate di pochi veicoli di proprietà fino a flotte di trasportatori. L'incremento dei costi dei carburanti, unita alla complessità delle operazioni di rifornimento e alla scarsa digitalizzazione dei sistemi di controllo, ha amplificato l'impatto del fenomeno, generando spese a carico dell'impresa.

Le modalità con cui si manifestano le frodi possono essere differenti e spesso sono difficili da individuare attraverso i metodi di controllo tradizionali. Una delle casistiche più ricorrenti si verifica durante la fase di erogazione presso le stazioni di rifornimento o presso impianti aziendali extra-rete, quando il carburante, anziché essere immesso direttamente nel serbatoio del veicolo, viene deviato verso taniche o altri serbatoi di veicoli non appartenenti all'azienda. In altri casi, tali avvenimenti sono agevolati da accordi impropri con il gestore dell'impianto per il riciclaggio di denaro.

Una delle principali cause che rende la sottrazione di carburante un problema insidioso è legata ai sistemi di tracciabilità. Per tutta la filiera industriale il carburante è monitorato e tracciato al 100% e fino all'ultima goccia a partire dal processo di raffinazione fino alla stazione di rifornimento. Mentre nella fase finale di utilizzo da parte del consumatore il controllo risulta spesso assente. Ciò deriva da una lacuna nelle procedure di rifornimento: nei casi in cui manchino sistemi digitali di identificazione del veicolo e dell'utente che effettua il rifornimento, la registrazione del volume di gasolio erogato, la verifica dell'effettiva immissione del carburante nel serbatoio. Piccole differenze tra consumo dichiarato e consumo effettivo possono tradursi, a lungo andare, in gravi perdite economiche. Infatti, le frodi più difficili da controllare avvengono spesso tramite micro-episodi ripetuti nel tempo. Risulta particolarmente complesso rilevare se avviene un utilizzo improprio della carta carburante, oppure se viene fatto rifornimento di taniche non autorizzate, o viene alterata la registrazione del consumo.

Alla luce di tali considerazioni, risulta evidente come un processo di rifornimento affidabile rappresenti un aspetto importante per l'economia dell'azienda. In particolare, è fondamentale definire dei metodi e delle tecnologie in grado di aumentare la sicurezza e la tracciabilità delle operazioni di erogazione. Precisamente faremo riferimento all'accoppiamento tra pistola e serbatoio e alla certificazione che il carburante erogato sia effettivamente fluito nel serbatoio. Lo sviluppo di soluzioni orientate al controllo del rifornimento e alla prevenzione delle frodi costituisce quindi un passaggio fondamentale per migliorare l'efficienza operativa, ridurre le perdite e incrementare la trasparenza nella gestione dei consumi.

## 1.2 OBIETTIVI DELLA TESI (Obiettivo generale - Risultati attesi e criteri di scelta finale)

Il tirocinio curricolare e la presente tesi si basano sullo studio tecnico e progettuale del sistema Trackfuel e delle sue applicazioni nel contesto del tracciamento del carburante. L'obiettivo generale dell'elaborato consiste nell'analizzare il prodotto, le sue modalità di impiego e le difficoltà operative riscontrate nella realtà, con particolare attenzione all'ambiente circostante e alle necessità del cliente. In tale ambito, la tesi si propone di valutare e di selezionare la soluzione tecnologica più idonea in funzione alle specifiche condizioni applicative. La scelta della configurazione ottimale viene affrontata considerando la tipologia del veicolo, la configurazione del serbatoio, l'ambiente di esercizio durante l'erogazione. Questo approccio ci consente di sviluppare tecnologie che certificano il processo di rifornimento, ridurre la possibilità di utilizzi impropri e migliorare l'efficacia complessiva del sistema. Un ulteriore obiettivo riguarda l'analisi dei metodi di installazione già esistenti, valutando l'adeguatezza e proponendo eventuali interventi migliorativi per la meccanica del prodotto. Le attività svolte durante il tirocinio, integrate con l'elaborazione della tesi, mirano quindi a fornire un contributo di evoluzione e sviluppo del sistema Trackfuel.

I risultati attesi consistono nella definizione di standard tecnici e operativi per l'adozione del sistema, con l'individuazione di una o più configurazioni di riferimento in grado di garantire compatibilità e prestazioni affidabili in un ampio numero di condizioni applicative. In particolare, l'obiettivo finale è sviluppare soluzioni replicabili e adattabili alle diverse esigenze del mercato, riducendo le criticità di installazione e favorendo una maggiore standardizzazione del prodotto.

I criteri di scelta finale sono stati definiti sulla base di un processo di valutazione critica delle soluzioni progettuali esistenti, fondato sull'analisi delle criticità emerse durante le attività di prova e di osservazione sul campo. Le scelte sono state orientate al miglioramento delle prestazioni complessive del sistema, privilegiando soluzioni che offrissero maggiore affidabilità meccanica, compatibilità con differenti configurazioni di installazione e maggiore robustezza in presenza di sollecitazioni operative.

### 1.3 RILEVANZA TECNICA E INDUSTRIALE DEL PROGETTO (Contesto applicativo nel settore - Rilevanza tecnica, industriale e commerciale - Potenzialità del progetto)

La gestione del carburante rappresenta un elemento importante per le aziende che operano nel settore del trasporto su strada, dove il gasolio costituisce una delle principali spese. Nonostante ciò, le modalità di rifornimento sono sostanzialmente rimaste invariate per decenni. Nel settore dei truck ha un impatto ancora maggiore in quanto i veicoli industriali sono caratterizzati da consumi significativi, percorrenze giornaliere elevate e serbatoi di grande capacità. Ciò rende qualsiasi sottrazione illecita di carburante economicamente rilevante. Inoltre, il controllo da parte dell'azienda viene effettuata a posteriori, valutando confronti tra chilometraggi, scontrini e dati amministrativi, non direttamente sul campo dove avviene l'illecito. Questa impostazione è un vero e proprio "gap-tecnologico" nella gestione del rifornimento, oltre ad essere poco efficiente, non consente di prevenire o rilevare in tempo reale eventuali utilizzi impropri o sottrazioni indebite.

In questo scenario si inserisce il progetto Trackfuel, proponendo un sistema di tracciamento e antifrode in grado di intervenire direttamente nella fase di erogazione. Il criterio adottato risiede nell'aver introdotto un controllo fisico sul rifornimento stesso. Verificando che l'erogazione avvenga esclusivamente nel serbatoio autorizzato, solamente dopo l'avvenuta identificazione del mezzo. Rispondendo così alle esigenze concrete dell'imprenditore assicurandogli che il carburante venga correttamente confluito nei veicoli di sua proprietà. Questa impostazione permette di superare i limiti delle soluzioni tradizionali basate su carte carburante, facilmente aggirabili. Inoltre, semplifica molto la gestione amministrativa in quanto si avranno tutti i dati di rifornimento consumo e distanze percorse in un unico portale.

In conclusione, il progetto si colloca in un ambito di innovazione gestionale, colmando un gap tecnologico presente da anni nel controllo dei rifornimenti. La sua rilevanza risulta quindi duplice: da un lato offre un contributo tecnico concreto alla sicurezza e tracciabilità del rifornimento, dall'altro risponde a un'esigenza industriale attuale, con potenziali sviluppi futuri in linea con la transizione digitale del settore della mobilità e del trasporto.

## 1.4 L'AZIENDA E PROGETTO AZIENDALE

3IVM S.r.l. è una start-up innovativa italiana con sede a Recanati (MC), nella regione Marche, fondata nel 2020 con l'obiettivo di sviluppare soluzioni tecnologiche per il miglioramento della gestione dei rifornimenti di carburante nel settore dei veicoli industriali e aziendali.

La nascita dell'azienda è strettamente legata a un'esigenza concreta emersa nel contesto operativo nel mondo dei trasporti. In particolare, il progetto imprenditoriale nasce dall'esperienza diretta di un imprenditore del settore su scala nazionale, inserito nel medesimo contesto territoriale, che si è trovato ad affrontare ripetuti episodi di sottrazione illecita di carburante da parte di dipendenti, con conseguenti perdite economiche significative e difficoltà nel controllo dei consumi.

A fronte dell'assenza di strumenti efficaci in grado di garantire la tracciabilità del rifornimento e la verifica dell'effettiva immissione del carburante nel serbatoio, tale problematica è stata progressivamente assunta come oggetto centrale di sviluppo da parte di 3IVM. L'azienda ha quindi trasformato un'esigenza inizialmente circoscritta a un singolo contesto operativo in una sfida tecnologica di carattere più ampio, estendendo l'analisi e la progettazione a scenari applicativi comuni a numerose realtà.

In questo quadro si colloca il progetto Trackfuel, concepito come sistema orientato alla prevenzione delle frodi di carburante e al miglioramento dell'affidabilità del processo di rifornimento. L'obiettivo del progetto è fornire alle imprese uno strumento in grado di aumentare la trasparenza delle operazioni, ridurre le vulnerabilità legata alla gestione manuale dei rifornimenti e supportare un controllo più efficace dei consumi, rispondendo a una problematica diffusa nel settore del trasporto e della mobilità industriale.

## 1.5 SCOPO DEL TIROCINIO

Il tirocinio curricolare svolto presso 3IVM S.r.l. si è inserito all'interno di percorso aziendale sviluppando soluzioni tecnologiche dedicate al settore della mobilità industriale, valutando con affidabilità i sistemi di monitoraggio, tracciabilità e prevenzione. L'attività si è concentrata sullo studio applicativo e sul supporto tecnico al progetto Trackfuel.

Il percorso si è sviluppato in un contesto operativo pratico, caratterizzato da un contatto con le realtà aziendali e con i problemi reali ad essi associati. Il tirocinio ha previsto affiancamento al personale tecnico dell'azienda, partecipazione ad attività sul campo, collaborazione nelle fasi di valutazione e miglioramento delle soluzioni tecniche, con l'obiettivo di contribuire alla definizione di configurazioni affidabili e replicabili.

Durante il tirocinio, sono stati perseguiti i seguenti obiettivi pratici e formativi:

- eseguire analisi comparative delle diverse configurazioni di installazione del sistema Trackfuel, considerando la compatibilità con le differenti tipologie differenti di bocchettoni dei serbatoi, e vincoli geometrici di montaggio;
- partecipare a uscite tecniche presso clienti e aziende operanti con flotte di veicoli industriali, al fine di osservare direttamente le modalità di rifornimento e le criticità operative legate alla gestione del carburante;
- supportare le attività di verifica e miglioramento dei componenti meccanici del sistema, con particolare attenzione alle debolezze dei componenti attuali, individuando possibili soluzioni progettuali migliorative;
- analizzare i diversi impianti di rifornimento aziendali e le tecnologie ad essi associate (pompe, contaltri, sistemi di erogazione), valutandone la possibilità di integrazione con piattaforme di gestione e monitoraggio connesse alla rete;
- contribuire alla definizione di criteri tecnici per la standardizzazione delle configurazioni Trackfuel, al fine di individuare soluzioni compatibili con la maggior parte dei veicoli circolanti e replicabili su larga scala.

Dal punto di vista formativo, il tirocinio ha rappresentato un'importante opportunità per applicare le competenze acquisite durante il percorso universitario, approfondire tematiche legate alla progettazione e all'industrializzazione di componenti meccanici, sviluppando capacità di analisi concreta. L'attività svolta costituisce un esempio di collaborazione tra università e impresa, finalizzata allo sviluppo di competenze in un settore di innovazione. In particolare, l'esperienza ha permesso di comprendere come l'efficacia di un sistema non dipenda esclusivamente dalla tecnologia impiegata, ma anche dalla sua capacità di adattarsi a sistemi esistenti eseguendo dei retrofit.

## 1.6 ATTIVITÀ SVOLTE

Nel corso del tirocinio curricolare svolto presso 3IVM S.r.l., sono state svolte diverse attività di natura tecnica, operativa e commerciale, strettamente connesse al progetto di sviluppo aziendale e all'evoluzione del sistema Trackfuel. L'esperienza si è svolta all'interno di un contesto dinamico e fortemente orientato all'innovazione, tipico di una realtà startup, in cui le attività quotidiane risultano integrate tra analisi tecnica, validazione sul campo e sviluppo di relazioni industriali.

Una parte rilevante del tirocinio ha riguardato la partecipazione a riunioni e incontri con aziende di primaria importanza, appartenenti sia al settore energetico e della distribuzione carburanti, quali Costantin e Edison, sia al settore industriale e automotive, tra cui Bosch. Tali confronti hanno rappresentato un momento significativo per comprendere le esigenze del mercato e per valutare l'interesse industriale verso soluzioni finalizzate alla tracciabilità dei rifornimenti e alla prevenzione delle frodi di carburante. Parallelamente, sono stati svolti incontri con collaboratori tecnici e partner esterni, tra cui Meccano, coinvolti nello studio progettuale e nello sviluppo di componenti e soluzioni migliorative.

Le attività sono state strutturate secondo fasi progressive, coerentemente con il processo adottato dall'azienda per la validazione tecnica e la promozione del prodotto. Questo approccio ha consentito di integrare osservazioni e feedback provenienti dal campo con lo sviluppo progettuale, contribuendo in modo concreto al percorso di crescita e consolidamento della soluzione Trackfuel.

Nel complesso, il tirocinio ha consentito di acquisire una visione completa del ciclo di sviluppo del prodotto, dalla fase di individuazione del problema fino alla validazione delle soluzioni proposte, fornendo un contributo concreto alle attività di evoluzione del sistema Trackfuel.

# CAPITOLO 2 – ANALISI TECNICA DEL PRODOTTO

## TRACKFUEL

### 2.1 DESCRIZIONE FUNZIONALE PRODOTTO

Il dispositivo TRACKFUEL, attraverso un insieme di apparati interconnessi necessari all'identificazione dei mezzi e al controllo dell'erogazione è in grado di gestire i rifornimenti di carburante. Il sistema si compone di due parti: una installata sul mezzo di trasporto, che ne permette l'identificazione ed una collegata all'erogatore di carburante che autorizza l'erogazione. La stazione di servizio è dotata di un sistema Gateway (K-GTW2) che è in grado di collegarsi ai dispositivi sui veicoli in modo tale che, oltre all'identificazione del veicolo, il SISTEMA TRACKFUEL garantisca anche che l'erogazione di carburante avvenga all'interno del serbatoio del veicolo collegato e non in altri serbatoi/veicoli.

Esiste una distinzione tra rifornimento di veicolo pesante da quella di veicolo leggero: sul veicolo troviamo montati i seguenti dispositivi



Fig. 2.1-COMPONENTI

In caso di rifornimento di veicolo pesante, è presente il Copritappo (K-NU), precedentemente installato sul bocchettone del serbatoio e collegato alla Unità di veicolo (K-VU).



*Fig. 2-1. COPRITAPPO PRESENTE NEI VEICOLI PESANTI*

**L'Unità di veicolo (K-VU)** controlla e registra ogni attività del Copritappo come:

- Apertura calotta
- Apertura portella
- Inserimento ed estrazione della pistola erogatrice dal Copritappo del serbatoio e ne conserva il log di dettaglio nella sua memoria interna.

Nel caso di **veicoli leggeri** (furgoni, auto, moto, ecc.) il sistema TRACKFUEL si compone di un TAG RFID (**K-TAG**) che viene installato anch'esso nei pressi del bocchettone del serbatoio del veicolo.



*Fig. 2.3 – TAG RFID*

Nella stazione di servizio troviamo i seguenti dispositivi



Fig. 2.4 – DISPOSITIVI STAZIONE

Il Gomma-tag installato nella pistola collabora con il Copritappo



Fig. 2.5.a – COPRITAPPO APERTO  
IN ATTESA DI LETTURA TAG



Fig. 2.5.b – SEGNALE COPRITAPPO  
CON CONTATTO PISTOLA

Mentre l'antenna RFID collabora con il K-TAG



Fig. 2.6.a – ANTENNA IN  
CONDIZIONI NORMALI



Fig. 2.6.b – ANTENNA  
ACCOPPIATA CON TAG RFID



L'accettore delle banconote/carte presente nella stazione di servizio non viene menzionato nello schema di funzionamento in quanto le transazioni vengono gestite online senza necessità che l'utente debba recarsi all'accettore. Questa modalità di pagamento, assimilabile ad un Mobile Payment, è già implementata come opzione di pagamento nelle stazioni di servizio con l'utilizzo di dispositivi mobile come Smartphone e Tablet e APP dedicate.

Ai veicoli, arrivati alla stazione di servizio o nel piazzale aziendale, per erogare tramite il SISTEMA TRACKFUEL si presentano due possibili modalità di utilizzo:

1. Per i veicoli pesanti, dopo l'accoppiamento radio (COM2) tra Gateway (K-GTW2) e Vehicle Unit (K-VU) installata a bordo del mezzo, il COPRITAPPO (K-NU) verifica la presenza del beccuccio della pistola erogatrice munita di GOMMATAG (oppure direttamente il beccuccio TAG\_INSIDE) all'interno del COPRITAPPO e notifica al Gateway (K-GTW2) la corretta posizione della pistola all'interno del serbatoio;

2. per i veicoli leggeri, l'antenna installata sulla pistola erogatrice effettua la lettura del TAG (K-TAG) posto sul bocchettone del serbatoio e notifica al Gateway (K-GTW2) la corretta posizione della pistola all'interno del serbatoio;

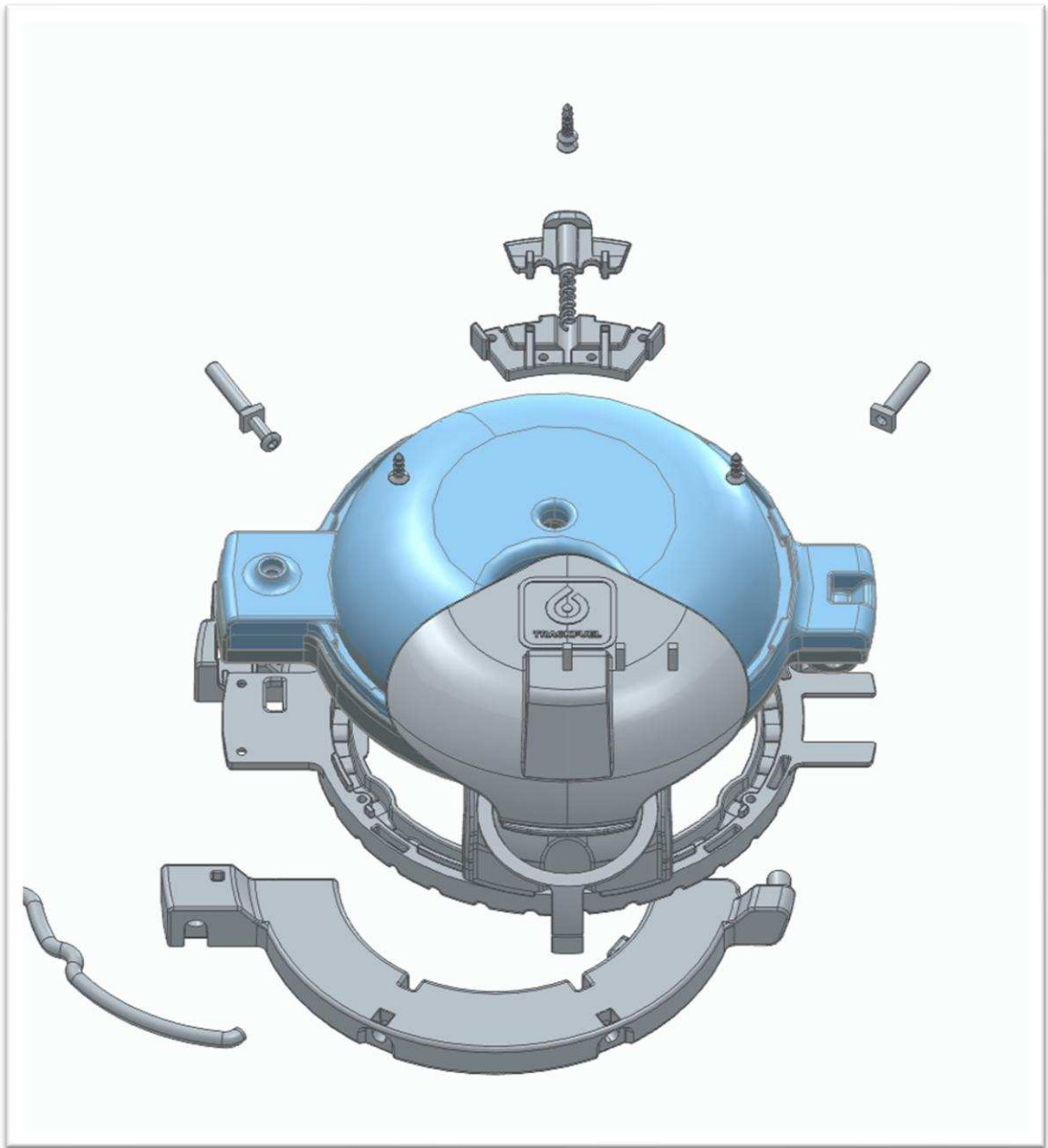
Il Gateway (**K-GTW2**), ricevuto l'identificativo del mezzo, in base ai punti precedenti, provvede tramite la COM3 ad inviarlo al **server 3IVM**, grazie ad una connessione internet (**COM5**); insieme all'identificativo del veicolo, vengono inviate anche tutte le altre informazioni necessarie ad effettuare l'erogazione (ID stazione, numero di erogatore e prodotto da erogare).

Il server 3IVM invia al **server autorizzativo** (COM7) le informazioni per la richiesta di sblocco erogatore.

Il server autorizzativo, dopo verifica positiva, invia l'autorizzazione allo sblocco erogatore (COM8) al server di automazione della stazione (Mobile payment), il quale effettua le ultime verifiche (erogatore disponibile, prodotto, ecc.) e invia il comando di avvio erogazione al distributore (COM8).

A questo punto è possibile effettuare l'erogazione e fare rifornimento.

Alla fine dell'erogazione, all'estrazione della pistola dal serbatoio, semplicemente rimuovendo il contatto, così da evitare che l'operatore tenti di riempire altri serbatoi, il Gateway (**K-GTW2**) chiude l'erogazione come se la pistola fosse stata riposta nella sede dell'erogatore.



Disegno 1 – ESPLOSO DEL COPRITAPPO

## 2.2 BREVETTI E CERTIFICAZIONI (ATEX, ECE, LVD)

Nell'ambito della propria attività di ricerca e sviluppo, **3IVM S.r.l.** ha tutelato le soluzioni tecnologiche alla base del sistema Trackfuel attraverso il deposito di brevetti industriali. In particolare, l'azienda risulta titolare di un brevetto italiano relativo a un sistema di chiusura di un serbatoio per carburanti (IT201800008214A1), che descrive una soluzione orientata al controllo dell'accesso e alla sicurezza del punto di rifornimento. Inoltre, 3IVM risulta associata a una domanda di brevetto europeo (EP4292976) riconducibile a tecnologie per sistemi di erogazione e gestione del carburante.

La presenza di protezione brevettuale testimonia il carattere innovativo del progetto e rappresenta un elemento di tutela strategica della proprietà intellettuale, a supporto dello sviluppo industriale e della valorizzazione commerciale del sistema.

Il processo di industrializzazione del sistema richiede il rispetto di standard tecnici e seguire le normative vigenti, indispensabili per garantire sicurezza e compatibilità. I principali componenti del sistema Trackfuel, tra cui l'unità veicolare K-VU e l'unità copritappo K-NU, risultano conformi alle direttive europee applicabili in materia di sicurezza elettrica (2014/35/UE – LVD), compatibilità elettromagnetica (2014/30/UE – EMC), restrizione delle sostanze pericolose (2011/65/UE – RoHS) e apparecchiature radio (2014/53/UE – RED), come attestato dalle dichiarazioni di conformità UE rilasciate dal fabbricante. La scheda tecnica del sistema evidenzia inoltre che la calotta copritappo è dotata di certificazione ATEX e marcatura CE, con grado di protezione IP67 e omologazione ECE E24, rendendo il dispositivo idoneo all'impiego in ambienti esterni e potenzialmente classificati a rischio di atmosfera esplosiva. Analogamente, il gateway GTW2 Trackfuel, destinato alla raccolta e trasmissione dei dati via Ethernet/Wi-Fi e RF, è dichiarato conforme alle medesime direttive europee (LVD, EMC, RoHS, RED) e alle relative norme armonizzate, come riportato nella specifica dichiarazione di conformità UE.

Nel complesso, la presenza certificazioni costituisce un elemento di garanzia e affidabilità tecnica del sistema e rappresenta un presupposto fondamentale per l'industrializzazione e la commercializzazione della soluzione Trackfuel nel mercato europeo.

## 2.3 DESCRIZIONE E STUDIO DELLE RELATIVE PROBLEMATICHE SUI DISPOSITIVI E PRODOTTI ATTUALI

### 2.3.1- GOMMATAG

Partiamo innanzitutto con lo studio del Gomma-tag, i punti di forza e le sue debolezze ma soprattutto le difficoltà durante l'installazione. Nel primo stadio dello studio progettuale, il sistema di alloggiamento dei tag è stato realizzato in gomma tecnica, concepito per adattarsi geometricamente alla pistola di rifornimento attraverso deformazione elastica. Tale soluzione presentava il vantaggio di una buona adattabilità alle superfici esistenti e di una discreta capacità di assorbimento delle tolleranze dimensionali. Tuttavia, l'analisi del modello ha evidenziato le seguenti problematiche: in particolare, il fissaggio effettuato tramite bicomponente ha introdotto difficoltà legate alla complessità di montaggio, alla ripetibilità del processo e ai tempi di installazione, rendendo la soluzione poco adatta a un contesto industriale o di retrofit su larga scala. Inoltre, l'utilizzo dell'adesivo comportava una dipendenza elevata dalle condizioni ambientali e dall'operatore, con conseguente variabilità della qualità del montaggio e difficoltà di rimozione o manutenzione del componente.



Fig. 2.8 - GOMMATAG

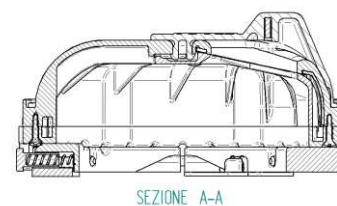
### 2.3.2 COPRITAPPO

Studio delle difficoltà del Copritappo a adattarsi alla vastità di tipologie di serbatoio presenti nel mondo dei veicoli industriali: problemi riscontrati per le varietà di tappi, imbocchi del serbatoio, e spazio di apertura del copritappo nei veicoli ribassati

Le ganasce di blocco del copritappo sul bocchettone del serbatoio sono fatte mediante due viti di serraggio e quattro grani di bloccaggio, il problema riscontrato sta nella poca flessibilità del sistema che non permette un adeguato accoppiamento sul bocchettone. Che potrebbe causare il rischio di fuoriuscite durante il funzionamento o in fase di rifornimento. Un ulteriore problema riguarda l'ingombro verticale necessario per l'apertura del copritappo: nei veicoli ribassati lo spazio disponibile al di sopra del serbatoio risulta spesso insufficiente, rendendo difficoltose le operazioni di apertura e chiusura.



Fig. 2.9 - COPRITAPPO



Disegno 2 – VISTA IN SEZIONE DEL COPRITAPPO

Infine, la presenza di numerose geometrie differenti di bocchettoni e tappi originali limita l'universalità del dispositivo, comportando difficoltà di installazione su alcune tipologie di veicoli.

Lo spazio presente all'interno del copritappo, su alcuni veicoli, risulta insufficiente per alloggiare il tappo originale costringendo il cliente a ricorrere ad un tappo aftermarket non sempre con prestazioni adeguate.



*Fig. 2.10 – PROBLEMATICHE LEGATE AL COPRITAPPO DI PERDITE E SAGOMA*

### 2.3.3 ANTENNA RFID

Studio della bassa resistenza meccanica e agli urti del metodo di aggancio tra la pistola dell'impianto e l'antenna. L'antenna lettore di TAG RFID montata sul tubo di erogazione della pistola del carburante è bloccata con una ghiera in alluminio bloccata da 3 grani di M3. La ghiera è molto stretta e non riesce ad agganciarsi in maniera efficace al tubo di erogazione, inoltre i tre grani, essendo molto piccoli, tendono ad allentarsi con le vibrazioni, questo si traduce nella riduzione della stabilità della antenna che non rimane più salda alla pistola e tende a ruotare rendendone difficile l'utilizzo.



*Fig. 2.11. a-b – SISTEMA DI MONTAGGIO ANTENNA RFID*

Le criticità descritte costituiscono il punto di partenza per l'elaborazione di soluzioni migliorative, illustrate nel paragrafo seguente, con l'obiettivo di incrementare l'affidabilità e l'adattabilità del sistema.



## 2.4 ELABORAZIONI DELLE SOLUZIONI ED EVENTUALI ASPETTI MIGLIORATIVI

A seguito delle criticità emerse durante l'analisi applicativa del sistema Trackfuel, è stato avviato un processo di valutazione tecnica volto a individuare soluzioni migliorative in grado di incrementare la compatibilità con le diverse configurazioni presenti sul mercato dei veicoli industriali e di aumentare l'affidabilità meccanica del sistema nel tempo. Le attività svolte si sono concentrate sull'ottimizzazione dell'adattabilità geometrica dei componenti, sulla riduzione delle problematiche di installazione e sulla resistenza alle sollecitazioni tipiche dell'ambiente operativo

### 2.4.1- PLASTI-TAG

Alla luce di tali limitazioni, il GOMMATAG è evoluto verso lo sviluppo di prototipi secondari realizzati in materiale plastico ad alta resistenza meccanica, caratterizzati da una geometria rigida e da un sistema di montaggio ad incastro. Questa scelta ha permesso di eliminare completamente l'uso di adesivi, semplificando drasticamente le operazioni di installazione e migliorando l'affidabilità del fissaggio.

Il sistema ad incastro garantisce infatti un posizionamento definito e ripetibile del porta-tag, (denominato d'ora in poi PLASTI-TAG) riducendo il rischio di errori di montaggio e assicurando una maggiore stabilità nel tempo anche in presenza di sollecitazioni meccaniche, vibrazioni e agenti ambientali tipici dell'utilizzo in stazioni di rifornimento. Inoltre, la realizzazione in materiale plastico rigido ha consentito una maggiore precisione dimensionale, una migliore protezione dei tag alloggiati e una maggiore compatibilità con processi di produzione industriale, rappresentando un significativo avanzamento rispetto alla soluzione iniziale in gomma.



Fig. 2.12.a - PLASTITAG



Fig. 2.12.b.c-  
PLASTITAG SECONDA  
REVISIONE

#### 2.4.2- COPRITAPPO

Al fine di affrontare le criticità riscontrate in termini di adattabilità del copritappo alle numerose configurazioni presenti sui veicoli industriali, è stata inizialmente valutata una modifica geometrica delle ganasce di accoppiamento. In particolare, come primo intervento migliorativo si è ritenuto opportuno ridurre di **1 mm** il raggio delle ganasce, con l'obiettivo di aumentare la compatibilità con bocchettoni di diametro differente e semplificare le operazioni durante la fase di installazione.

Per verificare l'efficacia della modifica proposta, un campione di ganasce è stato sottoposto a lavorazione meccanica di tornitura presso un'officina collaboratrice. Al termine delle lavorazioni, le prove di montaggio hanno evidenziato un miglioramento nella capacità del copritappo di adattarsi al collo del serbatoio, riducendo le difficoltà di accoppiamento e aumentando la stabilità del fissaggio.

Parallelamente, come seconda ipotesi progettuale, è stata presa in considerazione la realizzazione di una serie di adattatori dedicati, con lo scopo di ridurre la variabilità geometrica del sistema e convergere verso una configurazione standardizzata. In tale approccio, gli adattatori fungono da elemento intermedio tra il bocchettone originale del serbatoio e il copritappo Trackfuel, consentendo di ottenere un'interfaccia finale uniforme sulla quale eseguire l'aggancio del dispositivo.

Tra le diverse soluzioni sviluppate, particolare rilievo è stato attribuito a due tipologie di adattatori, in quanto rappresentative della maggior parte delle configurazioni presenti sul parco circolante e in grado di coprire circa il 90% dei veicoli industriali circolanti. Nello specifico, sono stati considerati:

- un adattatore per veicoli Scania, caratterizzati da tappo con chiusura filettata;
- un adattatore per veicoli Iveco, caratterizzati da tappo con chiusura a baionetta.

L'adozione di adattatori specifici consente di migliorare l'universalità del sistema, riducendo i vincoli imposti dalle differenti geometrie dei serbatoi e rendendo l'installazione più rapida e ripetibile.



Fig. 2.13.a – ADDATTATORI  
VISTA SUPERIORE



Fig. 2.13.b –  
ADDATTATORE SCANIA



Fig. 2.13.c –  
ADDATTATORE IVECO

### 2.4.3 ANTENNA RFID

Dal punto di vista progettuale, risulta opportuno introdurre un sistema di orientamento vincolato (anti-rotazione), al fine di garantire che l'antenna mantenga nel tempo la corretta posizione rispetto all'asse di erogazione e alle modalità operative di rifornimento. Tale requisito è particolarmente rilevante poiché la rotazione accidentale del lettore può compromettere l'ergonomia di utilizzo e ridurre l'affidabilità della lettura del TAG RFID.

Alla luce di tali considerazioni, sono stati sviluppati meccanismi di aggancio secondari alternativi, finalizzati a impedire la rotazione dell'antenna e ad aumentare la stabilità del fissaggio durante l'impiego. Per verificarne l'efficacia, sono stati realizzati alcuni prototipi dei componenti di vincolo mediante lavorazione di taglio laser presso un'officina collaboratrice. Le prove condotte sui prototipi hanno evidenziato un miglioramento significativo della stabilità del sistema, consentendo di raggiungere l'obiettivo prefissato in termini di orientamento e mantenimento della posizione dell'antenna nel tempo.



*Fig. 2.14 – SISTEMA DI AGGANCIO ANTENNA*

## 2.5 DESCRIZIONE DISPOSITIVI MIGLIORATI E SVILUPPATI

Per sintetizzare le principali criticità riscontrate e gli interventi migliorativi proposti/implementati durante il tirocinio, possiamo vedere un confronto riportato nella TAB 1 tra la configurazione iniziale dei componenti e le soluzioni adottate, evidenziandone l'impatto in termini di compatibilità installativa e affidabilità meccanica.

<b>Componente</b>	<b>Configurazione iniziale:</b>	<b>Soluzione realizzata</b>	<b>Beneficio ottenuto</b>
<b>Portatag</b>	<b>Gomma-tag:</b> installazione non sempre ripetibile; usura/alterazione nel tempo e sensibilità alle condizioni ambientali (sporco, umidità, carburante).	<b>Plasti-tag:</b> migliorare l'accoppiamento e semplificare l'installazione sul serbatoio, rendendo più standardizzata la configurazione.	Maggiore ripetibilità e rapidità di montaggio; aumento della robustezza e della stabilità del TAG.
<b>Copritappo (ganasse di blocco)</b>	Sistema di serraggio aveva bassa flessibilità e difficoltà di accoppiamento su bocchettoni con diametri/quote differenti.	Riduzione del raggio delle ganasse di 1 mm mediante tornitura.	Maggior presa attorno al collo del serbatoio; installazione più semplice senza forzare troppo la plastica.
<b>Adattatori bocchettone</b>	Elevata variabilità di tappi e imbocchi serbatoio; difficoltà di standardizzazione del montaggio.	Realizzazione di adattatori dedicati con uscita standard, in particolare per: SCANIA (tappo filettato) e IVECO (tappo a baionetta).	Copertura della maggior parte del parco circolante; standardizzata l'installazione, riduzione tempi e aumento replicabilità.
<b>Antenna RFID (fissaggio su pistola)</b>	Ghiera in alluminio con 3 grani M3: serraggio insufficiente sul tubo; allentamento per vibrazioni; antenna tende a ruotare.	Progettazione di sistemi alternativi di aggancio con maggiore stabilità e vincolo meccanico più efficace.	Riduzione della rotazione e del disallineamento; miglior ergonomia d'uso e maggiore affidabilità operativa.

TAB 1 – CONFRONTO SITUAZIONI PRECEDENTI E MIGLIORATE

## 2.6 STUDI STRUTTURALI SUI PROTOTIPI

Le soluzioni migliorative sviluppate nel corso del tirocinio sono state accompagnate da una valutazione tecnica preliminare finalizzata a verificarne la fattibilità dal punto di vista meccanico. In particolare, i prototipi realizzati precedentemente citati realizzati mediante lavorazioni di tornitura e taglio laser sono stati analizzati considerando gli aspetti di resistenza a urti accidentali, sollecitazioni da vibrazione e ripetitività delle operazioni di montaggio e smontaggio. Tali verifiche sono state condotte attraverso prove di assemblaggio, controlli dimensionali e valutazioni qualitative delle condizioni di vincolo e di contatto tra i componenti, con l'obiettivo di individuare possibili punti di debolezza e ridurre il rischio di allentamenti o disallineamenti durante l'uso.

Pur non prevedendo un'analisi strutturale FEM nell'ambito del presente lavoro, l'approccio adottato ha permesso di ottenere indicazioni utili per l'ottimizzazione delle geometrie e per la scelta di soluzioni costruttive più robuste, privilegiando configurazioni in grado di garantire un comportamento stabile nel tempo in condizioni operative realistiche.

## 2.7 STUDIO EVENTUALI CRITICITÀ E DIFFICOLTÀ DELL'AMBIENTE CIRCOSTANTE

L'impiego del sistema Trackfuel avviene in un contesto operativo tipico dei veicoli industriali, caratterizzato da condizioni ambientali spesso gravose e variabili. Durante le attività sul campo è emerso come i componenti installati siano esposti a polveri, fango, residui oleosi, agenti atmosferici, variazioni termiche e sollecitazioni dinamiche dovute a vibrazioni e urti. Tali fattori possono influire sia sulla funzionalità dei componenti meccanici, sia sull'affidabilità delle operazioni di rifornimento, rendendo necessario un approccio progettuale orientato alla robustezza e alla ripetibilità.

In particolare, la presenza di sporco e carburante può ridurre la qualità degli accoppiamenti e aumentare il rischio di usura o perdita di tenuta, mentre vibrazioni e micro-urti possono favorire allentamenti nei sistemi di fissaggio se non adeguatamente vincolati. Ne consegue l'importanza di adottare soluzioni installative semplici e standardizzate, con sistemi di bloccaggio resistenti all'allentamento e componenti compatibili con un utilizzo frequente e ripetuto, anche in assenza di manutenzioni ravvicinate.

Le considerazioni emerse in questo capitolo forniscono il quadro tecnico di riferimento per le attività di installazione e validazione sul campo descritte nel capitolo successivo.

# CAPITOLO 3 – APPROCCIO SUL CAMPO ED INSTALLAZIONI

## 3.1 USCITE SUL CAMPO PER STUDIO TECNICO

Durante l'esperienza di tirocinio curricolare presso l'azienda 3IVM S.r.l. sono state programmate diverse uscite sul campo presso clienti e potenziali utilizzatori del sistema Trackfuel. Tali visite hanno rappresentato una fase fondamentale del percorso formativo, poiché hanno permesso di osservare direttamente le condizioni operative reali in cui il dispositivo è destinato a lavorare, verificandone la compatibilità con differenti configurazioni di veicoli e impianti di rifornimento.

L'obiettivo principale delle uscite tecniche è stato quello di raccogliere informazioni pratiche e misurabili utili allo sviluppo del prodotto, con particolare attenzione agli aspetti di installazione, accoppiamento meccanico con i bocchettoni di rifornimento e interazione con l'ambiente circostante. In ambito industriale, infatti, l'efficacia di un sistema antifrode non dipende esclusivamente dalla sua funzionalità elettronica, ma anche dalla capacità di integrarsi correttamente su mezzi diversi, mantenendo affidabilità e robustezza in presenza di condizioni ambientali spesso sfavorevoli.



*Fig. 3.1 – PROVE DI  
INSTALLAZIONE*

Oltre alle verifiche dimensionali e funzionali, è stato possibile valutare anche le condizioni operative tipiche dei piazzali di rifornimento, sia presso distributori stradali sia in contesti extra-rete (depositi aziendali). In questi ambienti il dispositivo è esposto a contaminanti quali polvere, fango, residui oleosi e acqua, nonché a variazioni termiche e a possibili manovre non corrette da parte degli operatori. La raccolta di tali osservazioni ha consentito di individuare alcune criticità progettuali e operative, utili a migliorare la protezione meccanica e l'affidabilità del sistema nel lungo periodo.

Le uscite sul campo hanno inoltre permesso di confrontarsi direttamente con le modalità di gestione adottate dalle aziende visitate, evidenziando problematiche ricorrenti legate al controllo dei rifornimenti e alla prevenzione di utilizzi non autorizzati. Questo confronto ha definito con maggiore precisione i requisiti applicativi del prodotto, orientando lo sviluppo verso soluzioni che facilitino l'installazione, riducano i margini di errore operativo e aumentino la sicurezza del processo di erogazione.

*Fig.3.2 – CONTROLLO DEI  
RIFORNIMENTI DI UN IMPIANTO  
EXTRE RETE*

In conclusione, l'attività di studio tecnico sul campo ha costituito un passaggio essenziale per validare l'approccio progettuale adottato e per raccogliere dati utili all'evoluzione del sistema Trackfuel, con ricadute dirette sulle scelte tecniche affrontate nei capitoli successivi.

### 3.2 STUDIO DI MODALITÀ DI ACCOPPIAMENTO NEL SERBATOIO

Dall'esperienza maturata durante le attività sul campo è emerso come l'elevata varietà di geometrie dei bocchettoni di rifornimento presenti sui veicoli industriali e commerciali renda complessa la definizione di un metodo di accoppiamento completamente standardizzato. Durante le visite sono stati analizzati numerosi veicoli, evidenziando come la variabilità costruttiva dei serbatoi e dei relativi bocchettoni rappresenti uno degli aspetti più critici per la standardizzazione del dispositivo.

In particolare, sono state riscontrate differenze significative in termini di geometria, profondità, materiali e accessibilità del punto di rifornimento. Tali differenze impongono vincoli nella progettazione dei componenti di accoppiamento e fissaggio. Le soluzioni devono garantire sia la compatibilità dimensionale sia un'adeguata resistenza alle sollecitazioni esterne, quali vibrazioni, urti e agenti atmosferici.

Alla luce di queste considerazioni, è stato possibile individuare soluzioni consolidate cioè, gli adottati adattatori analizzati precedentemente: filettati per i veicoli Scania, a baionetta per veicoli Iveco. Per tutte le altre tipologie di veicolo è stata introdotta una procedura di valutazione preliminare. Tale procedura si basa su una check-list tecnica da compilare durante il sopralluogo. Lo strumento consente di raccogliere in modo strutturato le principali informazioni dimensionali e geometriche del bocchettone e dell'area circostante, supportando la scelta della soluzione di accoppiamento più idonea.



*Fig.3.3 – ANALISI  
DIMENSIONALI*

### 3.3 STUDIO CISTERNE E POMPE DI EROGAZIONE CARBURANTE EXTRA-RETE.

Durante le uscite sul campo è stata svolta un'attività di analisi tecnica presso aziende dotate di impianti di rifornimento extra-rete, tra cui l'azienda **PROT.IT**, al fine di comprendere le principali configurazioni impiantistiche adottate per l'erogazione di gasolio all'interno dei piazzali aziendali. In tali contesti, il rifornimento avviene generalmente mediante cisterne dedicate, abbinata a gruppi di pompaggio e sistemi di contabilizzazione del carburante, con modalità operative differenti rispetto alle stazioni di servizio tradizionali.



*Fig. 3.4 -IMPIANTO PROT.IT*

L'obiettivo delle visite è stato quello di verificare la compatibilità del sistema Trackfuel con gli impianti presenti e identificare le principali criticità tecniche legate all'integrazione con infrastrutture già esistenti. In particolare, sono state osservate e documentate diverse tipologie di serbatoi esterni, sia in termini di capacità sia di configurazione costruttiva, nonché differenti soluzioni di erogazione basate su pompe elettriche, linee di mandata con filtri e dispositivi di separazione dell'acqua, e sistemi di controllo dedicati.

Un aspetto rilevante emerso durante l'analisi riguarda la presenza di differenti tecnologie di misurazione e contabilizzazione del carburante. In diversi impianti, il conteggio dei litri erogati viene effettuato tramite contaltri meccanici o elettromeccanici, spesso installati a monte della pistola di erogazione, con lettura locale e gestione manuale dei dati (come mostra la Fig.3.3) In altri casi, sono presenti sistemi più evoluti dotati di interfaccia elettronica, abilitazione tramite codice o badge e memorizzazione delle erogazioni. Tale eterogeneità impiantistica evidenzia come, nel settore extra-rete, sia ancora diffusa una gestione non completamente digitalizzata, con conseguenti margini di errore nella registrazione dei consumi e difficoltà nel monitoraggio puntuale dei rifornimenti.



*Fig.3.5 - CONTALITRI MECCANICO PRESENTE NELL'IMPIANTO*

Un ulteriore elemento riguarda la necessità di connettere l'impianto alla rete dati aziendale al fine di rendere disponibile la trasmissione delle informazioni di rifornimento verso un server. La possibilità di integrazione in rete rappresenta un requisito fondamentale per l'adozione di un sistema di controllo evoluto come Trackfuel, poiché consente di automatizzare la raccolta dei dati, migliorare la tracciabilità e ridurre la necessità di registrazioni manuali.



*Fig.3.6 - CONNESSIONE DEL PIAZZALE  
ALLA RETE INTERNET*

Le osservazioni raccolte durante queste attività hanno consentito di delineare un quadro realistico delle principali configurazioni di impianto extra-rete e delle relative criticità, fornendo indicazioni utili per l'adattamento del sistema Trackfuel a differenti contesti applicativi. In particolare, è emersa l'importanza di garantire la compatibilità con diverse tipologie di pompe e sistemi di contabilizzazione, nonché di prevedere soluzioni flessibili per la connessione e la trasmissione dei dati, così da rendere il sistema installabile anche in impianti non recenti o non predisposti per la digitalizzazione.

### 3.4 INSTALLAZIONE DEI VARI DISPOSITIVI E VALIDAZIONE OPERATIVA

Le attività di installazione dei dispositivi Trackfuel hanno rappresentato una fase fondamentale del tirocinio, in quanto hanno consentito di osservare direttamente il comportamento del sistema in contesti operativi reali e di verificare l'efficacia delle soluzioni adottate. Le installazioni sono state effettuate presso stazioni di servizio e aziende dotate di flotte di veicoli, permettendo di confrontare differenti scenari applicativi.

Durante tali attività è stato possibile valutare la praticità delle procedure di montaggio, i tempi di installazione e l'interazione tra i vari componenti del sistema. Le evidenze emerse hanno fornito un riscontro concreto sull'efficacia dei miglioramenti introdotti, evidenziando un generale incremento della stabilità dei componenti e una maggiore semplicità di installazione rispetto alla configurazione iniziale.

Le installazioni sul campo hanno inoltre svolto un ruolo di validazione delle scelte progettuali, confermando la correttezza dell'approccio adottato e fornendo ulteriori spunti per sviluppi futuri.

### 3.5 PARTECIPAZIONE ALLA FIERA OIL&NONOIL

Durante il corso del tirocinio curricolare è stata svolta anche un'attività di osservazione e confronto tecnico-industriale attraverso la partecipazione alla fiera **Oil&nonOil**, evento di riferimento a livello nazionale per il settore della distribuzione carburanti, delle infrastrutture di rifornimento e dei servizi connessi alla mobilità. La presenza in fiera ha rappresentato un'opportunità significativa per contestualizzare il progetto Trackfuel all'interno del mercato di riferimento, valutandone le potenzialità applicative e le prospettive di integrazione con le tecnologie già presenti nel settore.

Durante la manifestazione è stato possibile analizzare direttamente le principali soluzioni tecniche esposte da aziende operanti nell'ambito degli impianti di rifornimento, della gestione flotte e della digitalizzazione dei sistemi di pagamento e contabilizzazione. In particolare, l'attenzione è stata rivolta ai dispositivi di controllo dell'erogazione, ai sistemi di identificazione utente/veicolo, alle piattaforme software per il monitoraggio dei consumi e alle tecnologie di comunicazione utilizzate per la trasmissione dei dati. Tale analisi ha permesso di ottenere un quadro complessivo delle tendenze attuali del settore, evidenziando una crescente diffusione di soluzioni orientate alla tracciabilità, alla sicurezza e all'automazione dei processi.

La partecipazione alla fiera ha consentito inoltre di raccogliere feedback e considerazioni provenienti da operatori del settore, gestori di impianti e potenziali utilizzatori finali, contribuendo a definire in modo più preciso i requisiti di mercato e le criticità operative che un sistema antifrode deve affrontare in contesti reali.

Dal punto di vista formativo, l'esperienza ha rappresentato un'occasione per comprendere il processo di presentazione e valorizzazione di un prodotto tecnologico in ambito industriale, evidenziando come l'efficacia di una soluzione innovativa dipenda non solo dalla prestazione tecnica del dispositivo, ma anche dalla sua capacità di rispondere a esigenze concrete di gestione, sicurezza e sostenibilità economica. L'attività svolta in fiera ha quindi integrato le esperienze tecniche maturate durante le uscite sul campo, contribuendo a una visione più completa del progetto Trackfuel e delle sue possibili applicazioni future.



Fig. 3.7 – FIERA DEL CARBURANTE OIL&NONIL

## CAPITOLO 4 – DISCUSSIONI FINALI E CONCLUSIONI

### 4.1 VALUTAZIONE COMPLESSIVA DELLE MODIFICHE IMPLEMENTATE

L'attività svolta durante il tirocinio presso 3IVM S.r.l. ha consentito di analizzare in modo sistematico alcune criticità tecniche riscontrate nella configurazione iniziale del sistema Trackfuel e di proporre interventi migliorativi finalizzati ad aumentarne l'affidabilità, la compatibilità installativa e la ripetibilità del montaggio. Il confronto tra la soluzione pre-tirocinio e quella migliorata è sintetizzato in **Tab. 1**, nella quale vengono riportati i principali componenti oggetto di valutazione, le problematiche riscontrate e le soluzioni implementate o sviluppate in fase prototipale.

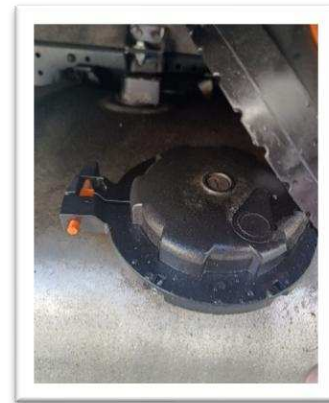
In particolare, gli interventi condotti hanno riguardato elementi chiave del sistema, tra cui il sistema di identificazione mediante TAG (gommatag), il copritappo e l'antenna RFID. Come prima lavorazione troviamo il passaggio dal Gomma-tag al Plasti-tag ha rappresentato un'evoluzione significativa in termini di robustezza e ripetibilità installativa. La nuova configurazione consente di ridurre le criticità legate all'usura o alla variabilità di montaggio, rendendo il sistema complessivamente più adatto a un impiego industriale su larga scala. In secondo luogo, per quanto concerne il copritappo, l'analisi delle geometrie dei bocchettoni dei serbatoi presenti sul parco veicoli industriali ha evidenziato la necessità di incrementare l'adattabilità del sistema di fissaggio, originariamente poco flessibile rispetto alle variazioni dimensionali e costruttive. Le modifiche introdotte e lo studio di soluzioni tramite adattatori hanno permesso di migliorare la compatibilità con differenti tipologie di imbocco serbatoio, con facilitazioni di installazione e standardizzazione della configurazione finale. Infine, l'ultima modifica ha interessato l'antenna lettore RFID installata sulla pistola di erogazione, per la quale è stata riscontrata una limitata stabilità meccanica del fissaggio, con conseguenti fenomeni di allentamento e rotazione dovuti a vibrazioni e urti durante l'utilizzo. L'introduzione di un vincolo di orientamento (anti-rotazione) e lo sviluppo di meccanismi di aggancio alternativi hanno contribuito a rendere il posizionamento dell'antenna più stabile nel tempo, migliorando l'ergonomia d'uso e l'affidabilità del sistema in condizioni operative reali.

Nel complesso, le attività svolte hanno evidenziato come l'ottimizzazione dei componenti meccanici e delle interfacce di installazione sia un fattore determinante per incrementare l'efficacia del sistema Trackfuel e favorirne la diffusione commerciale, riducendo le problematiche riscontrabili in fase di montaggio e nelle condizioni di esercizio quotidiano. Tali risultati costituiscono una base solida per ulteriori sviluppi futuri orientati alla completa standardizzazione del prodotto e all'ampliamento della compatibilità con il parco veicolare.

## 4.2 EVENTUALI IDEE DI STUDIO PER FUTURI MIGLIORAMENTI.

Alla luce dei miglioramenti introdotti e dalle esperienze fatte durante l'attività sul campo, vengono delineati i principali sviluppi futuri e le possibili evoluzioni progettuali del sistema, con l'obiettivo di incrementarne ulteriormente l'affidabilità, la standardizzazione e l'applicabilità su scala industriale.

Un'ulteriore possibilità di crescita riguarda lo spazio interno disponibile nel copritappo: in diversi casi è emersa l'impossibilità di alloggiare correttamente il tappo originale, costringendo il cliente a adottare un tappo aftermarket, con conseguenti problematiche legate a compatibilità, prestazioni e affidabilità. Per mitigare tale limite, risulta opportuno valutare una revisione della geometria interna del copritappo, incrementando il volume utile oppure prevedendo soluzioni modulari basate su distanziali o adattatori intercambiabili. Tale approccio consentirebbe di mantenere il tappo originale, preservando le caratteristiche progettuali del costruttore del



*Fig. 4.1 – SPAZIO INTERNO AL DISPOSITIVO*

veicolo e riducendo le modifiche richieste in fase di installazione. Questo problema può essere affrontato intervenendo sul meccanismo di apertura della calotta superiore, aumentando l'interasse tra i punti di vincolo tra le flange inferiori e il tappo così da incrementare il volume interno.

In alternativa, è possibile riprogettare il cinematismo adottando una soluzione a scorrimento, attualmente questo dispositivo è in fase di sviluppo nell'ambito di una collaborazione tra 3IVM S.r.l. e un'azienda partner specializzata nella progettazione di sistemi di chiusura per serbatoi. In tale configurazione, il partner industriale fornisce il progetto del tappo a scorrimento, mentre 3IVM integra la propria tecnologia di identificazione e controllo, in particolare la componente elettronica del sistema Trackfuel. Questa soluzione consentirebbe di traslare la calotta durante l'apertura, riducendo gli ingombri e liberando volume utile.



*Fig.4.2 – ZIPPER SOLUZIONE A SCORRIMENTO*

Inoltre, in via del tutto sperimentale, potrebbe essere oggetto di studio lo sviluppo di un sistema di aggancio integrato che includa sia l'antenna RFID sia il supporto per il porta-tag, consentendo l'installazione congiunta dei due dispositivi sulla medesima pistola di erogazione. Tale soluzione permetterebbe di gestire, all'interno dello stesso impianto, il rifornimento di veicoli leggeri e veicoli industriali dotati di differenti tecnologie di identificazione, favorendo la coesistenza e la collaborazione tra i due sistemi e ampliando la flessibilità applicativa del sistema Trackfuel.



*Fig. 4.3 – PROTOTIPO  
PER IMPLEMENTAZIONE  
DELLE TECNOLOGIE  
CONGIUNTE*

## 5 - CONCLUSIONI

Il lavoro svolto ha consentito di affrontare una problematica concreta e di elevata rilevanza nel settore dei veicoli industriali e aziendali, quale la prevenzione delle frodi e delle sottrazioni di carburante, fornendo un contributo applicativo allo sviluppo e al miglioramento del sistema Trackfuel. L'analisi condotta ha evidenziato come le criticità legate ai processi di rifornimento non derivino esclusivamente da aspetti tecnologici, ma siano spesso il risultato dell'interazione tra fattori tecnici, operativi e organizzativi, rendendo necessario un approccio multidisciplinare alla progettazione delle soluzioni.

L'attività di tirocinio ha permesso di integrare le conoscenze teoriche acquisite durante il percorso universitario con esperienze pratiche di progettazione, installazione e validazione sul campo, favorendo lo sviluppo di competenze applicative nel contesto dell'ingegneria meccanica e dei sistemi per la mobilità industriale. In particolare, il confronto diretto con ambienti operativi reali ha consentito di comprendere l'importanza della semplicità installativa, della robustezza meccanica e della standardizzazione dei componenti come elementi chiave per l'adozione efficace di un prodotto industriale.

Le soluzioni migliorative proposte nel corso della tesi, seppur focalizzate su specifici componenti del sistema, si inseriscono in una visione più ampia orientata all'aumento dell'affidabilità complessiva del processo di rifornimento e alla riduzione delle vulnerabilità che favoriscono comportamenti fraudolenti. Il confronto tra configurazione iniziale e configurazione migliorata ha mostrato come interventi mirati e basati sull'osservazione delle criticità reali possano produrre benefici concreti in termini di prestazioni, adattabilità e ripetibilità delle installazioni.

Dal punto di vista industriale, il lavoro svolto conferma il potenziale del sistema Trackfuel come strumento a supporto della gestione delle flotte aziendali, in grado di contribuire alla riduzione delle perdite economiche e al miglioramento della trasparenza dei consumi. La presenza di margini di sviluppo ulteriori, sia sul piano meccanico sia su quello elettronico e software, apre prospettive interessanti per future attività di ricerca e sviluppo orientate a una sempre maggiore integrazione tra hardware e piattaforme digitali.

In conclusione, la tesi evidenzia come un approccio progettuale fondato sull'analisi delle esigenze reali del mercato e sulla validazione sul campo delle soluzioni proposte rappresenti un elemento fondamentale per l'evoluzione di prodotti innovativi. L'esperienza maturata costituisce pertanto una base solida per eventuali sviluppi futuri, sia in ambito accademico sia in ambito professionale, e testimonia il valore della collaborazione tra università e impresa come strumento di crescita tecnica e formativa.

# Bibliografia:

## Brevetti

- [1] 3IVM S.r.l., Sistema di chiusura di un serbatoio per carburanti, Brevetto italiano IT201800008214A1, 2020.
  - [2] Pretini, E., Sistema per il controllo dell'erogazione di carburante da un dispositivo di erogazione verso un contenitore, Domanda di brevetto europeo EP3819152, 2021.
  - [3] 3IVM S.r.l., Sistema e metodo per la gestione e il controllo dell'erogazione di carburante, Domanda di brevetto europeo EP4292976, 2023.
- 

## Documentazione tecnica aziendale

- [4] 3IVM S.r.l., Scheda tecnica unità K-NU, Revisione 01.
  - [5] 3IVM S.r.l., Dichiarazione di conformità UE – K-VU.
  - [6] 3IVM S.r.l., Dichiarazione di conformità UE – Gateway GTW2.
  - [7] 3IVM S.r.l., Documentazione tecnica sistema Trackfuel, materiale interno aziendale.
- 

## Normative e direttive

- [8] Direttiva 2014/30/UE – Compatibilità elettromagnetica (EMC).
  - [9] Direttiva 2014/35/UE – Bassa tensione (LVD).
  - [10] Direttiva 2014/53/UE – Apparecchiature radio (RED).
  - [11] Direttiva 2011/65/UE – Restrizione delle sostanze pericolose (RoHS).
  - [12] Direttiva 2014/34/UE – Apparecchi destinati ad atmosfere potenzialmente esplosive (ATEX).
- 

## Software CAD

- [13] Siemens Digital Industries Software, Solid Edge – Mechanical Design System, software CAD 3D.
  - [14] Siemens Digital Industries Software, Solid Edge Documentation and User Guide.
- 

## Libri di riferimento

- [15] Juvinall, R. C., Marshek, K. M., *Costruzioni di macchine*, McGraw-Hill Education.
  - [16] Colombo, G., Negri, A., *Manuale di Meccanica*, Hoepli.
  - [17] Shigley's Mechanical Engineering Design, McGraw-Hill Education.
  - [18] Mechanical Design of Machine Elements and Machines: Collins, J. A., Busby, H., Staab, G.
- 

## Articoli e fonti di settore

- [19] Oil&nonOil, *Trackfuel: sistema antifrode per carburante per flotte aziendali*, materiale divulgativo di settore.
- [20] Trackfuel, *Project overview – Trackfuel system*, sito ufficiale del progetto.

# Ringraziamenti

*Desidero esprimere la mia gratitudine alla mia famiglia, che mi ha cresciuto e soprattutto mi ha concesso di intraprendere questo fantastico percorso con maturità.*

*Ringrazio il mio gruppo di studio, il cui sostegno e la cui condivisione durante il percorso sono stati fondamentali per il raggiungimento di questo grande obiettivo.*

*Un ringraziamento speciale va alla mia ragazza, per il costante supporto e la vicinanza dimostrati, e per avermi aiutato a dare sempre il meglio di me.*

*Infine, un ringraziamento va a tutti coloro che, nel tempo, hanno lasciato un segno nella mia vita e hanno contribuito a rendermi la persona che sono oggi.*