

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale
in Ingegneria Meccanica

Tesi di Laurea Magistrale

Sviluppo di sistemi di efficientamento tecnici ed economici
nel flusso manutentivo di una flotta di veicoli



Relatore
Prof. Ing. Maurizio Schenone

Candidato
Vincenzo Greco
matr. n° 243622

Anno Accademico 2018/2019

Indice

| | |
|--|-----------|
| Introduzione | 3 |
| 1 La manutenzione | 4 |
| 1.1 Aspetti generali | 4 |
| 1.2 Ingegneria di manutenzione | 5 |
| 1.3 Politiche manutentive | 6 |
| 2 L'azienda: Il Gruppo Gavio | 9 |
| 2.1 Un po' di storia | 9 |
| 2.2 Settori operativi | 11 |
| 2.2.1 Concessioni autostradali | 11 |
| 2.2.2 Costruzioni | 12 |
| 2.2.3 Ingegneria | 12 |
| 2.2.4 Tecnologia | 12 |
| 2.2.5 Nautica | 13 |
| 2.2.6 Trasporti e logistica | 13 |
| 2.3 Piano di sostenibilità 2017-2021 | 14 |
| 3 Focus sul settore trasporti | 16 |
| 3.1 Introduzione | 16 |
| 3.2 Composizione flotta | 18 |
| 3.3 Analisi costi manutentivi 2018 | 19 |
| 3.4 Sicurezza | 21 |
| 3.4.1 ADR | 22 |
| 3.4.2 Controllo satellitare | 23 |
| 3.5 Full service trattori | 24 |
| 4 Modello per l'analisi dei costi manutentivi | 26 |
| 4.1 Stato dell'arte | 26 |
| 4.2 Scelta modello | 29 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4.3 | Creazione modello | 32 |
| 4.3.1 | <i>Specifiche tecniche autobotti carburante rete</i> | 33 |
| 4.4 | Cisterne contalidro | 34 |
| 4.4.1 | <i>Settore extra-rete</i> | 34 |
| 4.4.2 | <i>Settore rete</i> | 39 |
| 4.4.3 | <i>Confronto rete, extra-rete, containers</i> | 43 |
| 4.5 | Cisterne volutank | 46 |
| 4.5.1 | <i>Costi totali</i> | 46 |
| 4.5.2 | <i>Suddivisione costi per gruppi</i> | 49 |
| 4.5.3 | <i>Confronto con contalidro e containers</i> | 50 |
| 4.6 | Analisi dei risultati | 53 |
| 5 | Valutazione manutenzione programmata | 54 |
| 5.1 | Cisterna contalidro | 55 |
| 5.2 | Cisterna volutank | 57 |
| 5.3 | Considerazioni | 60 |
| 6 | Analisi MAGEC | 61 |
| 6.1 | Scomposizione sistema | 62 |
| 6.2 | Analisi di Pareto | 74 |
| 6.3 | Analisi di criticità | 78 |
| 6.4 | Conclusioni | 83 |
| 7 | Sviluppi futuri | 86 |
| 8 | Bibliografia | 87 |
| 9 | Sitografia | 88 |

Introduzione

Il presente lavoro di tesi si propone di analizzare i costi manutentivi sostenuti dal Gruppo Gavio, settore trasporti, per quanto riguarda la componente trainata (rimorchi e semirimorchi).

In particolare, tra le varie tipologie di allestimento presenti si è scelto di analizzare le cisterne volutank e le cisterne contalitro, essendo le più complesse dal punto di vista strutturale (e quindi di difficile gestione), oltre che le più numerose a parco.

Gli aspetti che si propone di valutare sono i seguenti:

- analisi costi manutentivi: valutazione limite di età entro la quale si ha convenienza a mantenere il mezzo
- valutazione efficacia politiche manutentive in termini di costi e benefici tecnici: possibili azioni di miglioramento
- analisi MAGEC (“Analisi dei Modi di Guasto, degli Effetti e delle loro Criticità”): individuazione modi di guasto maggiormente critici e proposta azioni correttive e migliorative

1 La manutenzione

1.1 Aspetti generali

La UNI 9910 definisce la manutenzione come la combinazione di tutte le azioni tecniche ed amministrative, incluse le azioni di supervisione, volte a mantenere o a riportare un'entità in uno stato in cui possa eseguire la funzione richiesta.

Le principali tre caratteristiche nel campo della manutenzione di un sistema sono individuate dai parametri RAM.

Come stabilito dalla normativa UNI EN 13306, si intende con:

- *Reliability* (affidabilità): l'attitudine di un'entità a svolgere una funzione richiesta in date condizioni, durante un intervallo di tempo stabilito. Significa cioè garantire una continuità nel servizio del sistema che si progetta, produce o gestisce. I parametri fondamentali per valutarne l'andamento sono il MTTF e il MTBF, rispettivamente "Mean Time To Failures" e "Mean Time Between Failure".
- *Availability* (disponibilità): l'attitudine di un'entità ad essere in grado di svolgere una funzione richiesta, in determinate condizioni, in un particolare istante o durante un dato intervallo di tempo, partendo dal presupposto che siano fornite le risorse esterne necessarie. Significa cioè ridurre al minimo il fermo macchina, ottimizzare la produzione e contemporaneamente garantire l'efficienza dei sistemi di sicurezza in "stand-by". Indici caratteristici per valutare l'affidabilità sono il MDT, "Mean Down Time", e il MTBM, "Mean Time Between Maintenance".
- *Maintainability* (manutenibilità): l'attitudine di un'entità, in certe condizioni d'uso, ad essere mantenuta o ripristinata in uno stato in cui essa possa eseguire la funzione richiesta, quando la manutenzione è effettuata in date condizioni e vengono adottate le procedure e le risorse prescritte. Significa cioè garantire il rapido ripristino dei componenti guasti (MTTR, "Mean Time To Repair").

Un ulteriore aspetto non trascurabile è rappresentato dalla *Safety* (sicurezza), ovvero la garanzia di operare riducendo al minimo i rischi per gli operatori, la popolazione e l'ambiente. Insieme, i quattro parametri precedenti costituiscono la cosiddetta analisi RAMS, la quale si prefigge l'obiettivo di garantire un'ottimizzazione delle performance di sicurezza e affidabilità di un'entità, identificando preventivamente le soluzioni atte a minimizzare l'indisponibilità del sistema e ad ottimizzare la manutenzione e la gestione delle scorte.

1.2 Ingegneria di manutenzione

L'attività di pianificazione della manutenzione si propone di prevenire i problemi che è possibile riscontrare durante il ciclo di vita del prodotto in esame e di proporre azioni migliorative o preventive, individuando, in questo modo, i fabbisogni in termini di risorse finanziarie, materiali e umane.

La gestione delle informazioni per la pianificazione della manutenzione è compiuta dall'ingegneria di manutenzione.

L'ingegneria di manutenzione ha la responsabilità di progettare, controllare e migliorare i processi manutentivi interfacciandosi e collaborando con tutte le altre componenti della manutenzione. I compiti di quest'attività possono essere così riassunti:

- definire e ottimizzare le politiche di manutenzione in funzione della criticità impiantistica ed in coerenza alle strategie aziendali;
- definire i fabbisogni di risorse (persone e materiali) in coerenza con le politiche di manutenzione;
- tenere sotto controllo la prestazione tecnica ed economica della manutenzione;
- analizzare le prestazioni degli impianti (sia dal punto di vista dell'affidabilità che della manutenibilità) e proporre soluzioni migliorative;
- collaborare alla progettazione dei nuovi impianti.

Un aspetto importante da tener presente nell'analisi della gestione manutentiva è rappresentato dal budget di manutenzione, il quale rappresenta la quantificazione economica

delle esigenze di manutenzione che trovano espressione tecnica nel piano di manutenzione, con riferimento ad un determinato periodo di tempo (annuale, pluriennale ecc.).

Esso viene elaborato al fine di definire risorse e costi necessari per contribuire al raggiungimento degli obiettivi prefissati, tenendo conto delle risorse disponibili e delle problematiche del territorio dove si opera.

In sintesi, secondo quanto affermato dalla UNI 10224, i principi fondamentali su cui si basa la manutenzione possono essere così riassunti:

- operare in coerenza con le strategie e gli obiettivi aziendali;
- mantenere strutture, macchine, impianti e attrezzature affinché siano in grado di funzionare nelle condizioni stabilite;
- conservare il patrimonio aziendale per l'intera vita utile;
- proporsi come elemento propulsore dell'innovazione e del miglioramento tecnico e organizzativo;
- effettuare le attività di manutenzione con la massima attenzione all'ottimizzazione dei costi globali connessi con la manutenzione stessa;
- garantire, nel rispetto dei punti precedenti, la sicurezza e la salute dei lavoratori e la tutela ambientale.

1.3 Politiche manutentive

Si possono identificare diverse tipologie di manutenzione. In primo luogo, la manutenzione può essere di tipo correttivo (a guasto) o preventivo.

La norma UNI 10147 definisce come:

- manutenzione correttiva: la manutenzione eseguita a fronte di un guasto e volta a ripristinare il corretto funzionamento di un'entità. La diretta conseguenza di questa tipologia d'intervento comporta una gestione della manutenzione in emergenza, la quale ha come conseguenze:
 - difficile gestione delle risorse

- elevato immobilizzo capitali nei magazzini ricambi
- elevata probabilità di errore per l'urgenza degli interventi;
- manutenzione preventiva: la manutenzione eseguita a intervalli predeterminati (programmata) o in accordo a criteri prescritti (su condizione) e volta a ridurre la probabilità di guasto o la degradazione del funzionamento di un'entità. Gli obiettivi che si pone sono:
 - evitare grossi deterioramenti degli organi costituenti la macchina collegati a quelli su cui si interviene, e di ridurre così i costi di riparazione
 - diminuire i rischi di avaria e, conseguentemente, i costi risultati dall'indisponibilità e dal degrado della funzionalità delle attrezzature
 - accrescere la sicurezza delle persone e dei beni diminuendo la probabilità di incidente
 - effettuare in buone condizioni operative gli interventi di manutenzione programmati e/o preparati in anticipo

Un'ulteriore tipologia di manutenzione preventiva, sviluppatasi ultimamente, è rappresentata dalla manutenzione predittiva. Essa è compiuta in risposta al degrado misurato di un'entità, cioè in base alla condizione della stessa (*on condition*). Le principali tecniche di *condition monitoring* attraverso cui è possibile applicare questa politica manutentiva sono rappresentate da: misure di ultrasuoni, analisi vibrazionale, analisi termografiche, analisi chimico fisiche, misure elettriche, altri controlli non distruttivi (correnti indotte, emissione acustica, liquidi penetranti, magnetoscopia, metodi ottici, etc.)

In ogni realtà industriale convivono, in genere, varie politiche di manutenzione cui corrispondono le caratteristiche tipologie di intervento; ogni politica integra le altre senza annullarle ed impegna una quota delle risorse disponibili.

La selezione politiche manutentive viene effettuata in base a:

- criticità del componente o della linea distinguendo se è critico ai fini della sicurezza, protezione ambientale o produttività;
- vincoli di legge, assicurativi o di garanzia;

- applicabilità, dal punto di vista tecnico, di politiche “*on condition*”;
- costi degli interventi preventivi;
- problematiche organizzative connesse alle politiche correttive.

Attraverso un opportuno lavoro di pianificazione la manutenzione programmata consente, a fronte di un investimento iniziale per la messa in pratica (dovute ad attrezzature specifiche e training degli operatori), di:

- garantire una vita maggiore dell'apparato in esame;
- programmare la frequenza degli interventi e i controlli da sostenere, ottimizzando in questo modo la gestione delle scorte e i prelievi di materiali dal magazzino;
- limitare i costi delle perdite di funzionalità a seguito di guasti accidentali in entità critiche;
- limitare l'attività di manutenzione straordinaria, infatti diminuisce fortemente la probabilità di tipologia di interventi non ricorrenti e d'elevato costo.

2 L'azienda: Il Gruppo Gavio

2.1 Un po' di storia

Il Gruppo Gavio è tra i principali gruppi industriali d'Italia; controllato al 60% da Aurelia (holding della famiglia Gavio) ed al 40% da Ardian, società di investimento privata leader a livello mondiale, si presenta quale player globale nei settori della progettazione, costruzione e gestione di grandi infrastrutture. Le attività del Gruppo spaziano dalla gestione di reti autostradali in concessione alla realizzazione di grandi opere infrastrutturali, dai settori trasporti e logistica alla tecnologia e alla nautica.

Storicamente il Gruppo Gavio muove i primi passi nei primi anni del 1900 a Castelnuovo Scrivia, centro agricolo e commerciale in provincia di Alessandria, quando il fondatore Marcello Gavio inizia a trasportare con carri trainati da cavalli cereali e prodotti agricoli.

Negli anni successivi la passione per il trasporto viene ereditata prima dal figlio Beniamino e successivamente verso la fine degli anni '50, dai due nipoti Marcellino e Pietro.

I due fratelli entrano nell'azienda appena maggiorenni e ben presto incrementano l'attività di famiglia sviluppando il traffico di granaglie, cereali e merci diversificate verso i principali porti del nord Italia e poi dalla prima metà degli anni '60 dedicandosi anche alle attività di trasporto di prodotti petroliferi per conto di primarie compagnie petrolifere.

Negli anni successivi, grazie alla grande passione, alla volontà e alla tenacia che li ha sempre contraddistinti, i due fratelli continuano a sviluppare nuovi servizi sia nel settore del trasporto e della logistica sia nel settore delle costruzioni di opere civili con le società Edilvie, specializzata nelle pavimentazioni stradali, Itinera, Codelfa e Marcora.

A metà degli anni '90 il Gruppo acquisisce una delle principali imprese italiane di costruzione, la Grassetto Lavori, divenendo in questo modo tra i principali operatori del settore e diversifica nel business delle concessioni autostradali rilevando il controllo della Satap, autostrada Torino-Piacenza e della Astm, titolare della concessione autostradale Torino-Milano.

Negli anni successivi il Gruppo ha proseguito con successo molte operazioni nel settore arrivando a controllare le concessionarie Salt (Società autostradale Ligure Toscana), Autostrada dei Fiori, Autocamionale della Cisa, Sav, Asti- Cuneo e Torino-Savona.

Oggi il Gruppo Gavio è il secondo operatore al mondo nella gestione di autostrade a pedaggio con oltre 4.000 km di rete.

La strategia del gruppo è da sempre stata caratterizzata da operazioni di crescita con un profilo finanziario solido, sostenibile e conservativo, ragion per cui sino ad oggi si è assistito ad una crescita aziendale, valutata in ogni singolo aspetto, esponenziale.

Nel corso degli anni il Gruppo ha, altresì, allargato i propri orizzonti di business, sviluppando accanto ai settori tradizionali, nuove attività nel campo dell'information technology, dell'ingegneria, della nautica di lusso che gli ha concesso versatilità in ambiti complementari seppur differenti.

Il Gruppo Gavio è attivo in Italia e nel mondo con un patrimonio di circa 12.000 risorse con elevate competenze tecniche e professionali, e con ricavi aggregati di circa 2,4 miliardi di euro (2017).

Forte delle pluriennali esperienze acquisite, le Società del Gruppo operano tra loro in maniera sinergica garantendo in tal modo ottimi risultati in termini di efficienza, di servizio offerto e di professionalità.

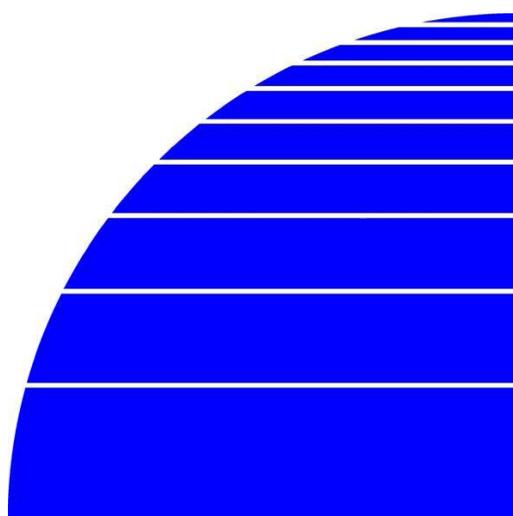


Figura 1. Logo Gruppo Gavio

2.2 Settori operativi

2.2.1 Concessioni autostradali

Il Core business del Gruppo Gavio è rappresentato dal settore delle concessioni autostradali di cui oggi il Gruppo è il secondo operatore al mondo con circa 4.600 km di rete ripartiti tra Italia, Brasile e Regno Unito.

Il Gruppo gestisce attualmente in Italia circa 1.423 km di rete, attraverso Ecorodovias, tra i principali player infrastrutturali del Brasile che gestisce nel paese circa 3.087 km di rete e, mediante la partecipazione in Road Link, gestisce circa 84 km di rete nel Regno Unito.

Il network autostradale del Gruppo in Italia è situato nel Nord-Ovest del paese, una delle aeree europee a maggior reddito. Esso rappresenta circa il 23% della rete nazionale di autostrade ed è parte integrante dei principali corridoi transeuropei.

Il Gruppo ha implementato un processo integrato di monitoraggio dello stato delle proprie infrastrutture, di diagnostica e pianificazione delle attività di manutenzione al fine di garantire la sicurezza, la funzionalità, la stabilità e la durabilità della rete autostradale in gestione. Ha definito un progetto esteso con l'obiettivo di definire standard di riferimento industriali per la sicurezza delle infrastrutture, attraverso l'utilizzo combinato di avanzate tecniche di ingegneria civile unite a modelli matematici ed algoritmi specifici.

Al fine di migliorare costantemente i livelli di manutenzione e sicurezza delle infrastrutture e la qualità del servizio offerto, il Gruppo ha investito, nel corso degli ultimi 10 anni, 1,9 mld per la manutenzione della propria rete e 4,6 mld per la sicurezza e lo sviluppo delle infrastrutture.

EcoRodovias, invece, vanta un portafoglio comprendente 11 concessioni autostradali ed un porto (EcoPorto) dislocati in otto diversi stati del Brasile. Le infrastrutture sono situate nei principali corridoi commerciali nelle regioni Sud e del Sud-Est; i 2/3 del prodotto interno, la metà della popolazione e la metà delle importazioni e delle esportazioni di merci si concentrano nell'area geografica di riferimento.

2.2.2 Costruzioni

Nel settore dell'EPC (Engineering Procurement and Construction), il Gruppo opera attraverso la propria controllata Itinera, una delle principali imprese italiane per dimensioni, ricavi e portafoglio ordini, realizzando in Italia e all'estero grandi opere infrastrutturali e di edilizia civile e industriale, sia come General Contractor che come promotore di nuove iniziative in Partnership Pubblico Privato.

Con oltre 5000 dipendenti e un portafoglio lavori di circa 5 mld, Itinera opera in tutto il mondo: Europa, Africa Australe, Medio Oriente, America Latina, Stati Uniti in cui è presente attraverso la propria controllata Halmar International LLC, leader nella realizzazione di progetti di Design-Build tra le prime 5 società di costruzioni nell'area metropolitana di New York.

2.2.3 Ingegneria

Nel settore dell'ingegneria attraverso la propria società Sina, società di ingegneria del Gruppo e che dal 1962 supporta le Concessionarie, garantisce lo studio, la promozione, la progettazione fino alla messa in esercizio di nuovi progetti nel settore della grande viabilità, oltre al controllo e alla manutenzione delle stesse infrastrutture.

Sina presiede la World Road Association che sviluppa programmi e politiche per la sicurezza stradale ed è membro della European ITS Platform con ruolo di Project Manager.

2.2.4 Tecnologia

Il Gruppo è attivo nel settore della tecnologia e dell'information technology attraverso Sinelec, curando la progettazione, realizzazione e installazione di sistemi avanzati per la gestione dei dati sulla mobilità e sul trasporto che vengono raccolti in Data Center di proprietà e analizzati. Le principali attività dell'azienda sono collegate alle tecnologie ITS (Intelligence Transport System), a sistemi avanzati per l'incasso dei pedaggi in linea con le direttive europee, a sistemi telematici per il monitoraggio del traffico e l'incremento della sicurezza con particolare attenzione allo sviluppo e all'implementazione di nuove tecnologie a servizio della sicurezza e della guida assistita.

2.2.5 Nautica

Nel settore della nautica il Gruppo è presente attraverso tre prestigiosi marchi quali Baglietto, storico cantiere con sede a La Spezia con 160 anni di storia, specializzato nella costruzione di yacht di lusso, Bertram Yacht, icona della nautica negli Stati Uniti e CCN.

2.2.6 Trasporti e logistica

Il Gruppo Gavio è altresì tra i principali operatori nei settori dei trasporti e della logistica. Nel settore dei trasporti su gomma il Gruppo opera, in particolare, nel trasporto di prodotti petroliferi e merci varie, con un'ingente flotta di oltre 3000 automezzi (trattori e rimorchi) e 1500 addetti.

Nel settore della logistica il Gruppo vanta importanti poli logistici ed intermodali per la concentrazione, smistamento delle merci e la fornitura di servizi combinati. In tale ambito il Gruppo Gavio gestisce alcune delle principali infrastrutture portuali in Italia oltre a retroporti e interporti sviluppando piattaforme logistiche e centri di interscambio tra le diverse modalità di trasporto.



Figura 2. Filiale di Castelnuovo Scrivia (AL)

2.3 Piano di sostenibilità 2017-2021

Per non tralasciare uno dei più attuali e contemporanei temi di discussione, il Gruppo Gavio ha sviluppato un Piano di Sostenibilità 2017-2021 con il quale declina gli impegni assunti inerenti le tematiche di sostenibilità in azioni praticabili e risultati concreti. Il Piano di Sostenibilità 2017-2021 del Gruppo ASTM-SIAS è stato predisposto attraverso l'analisi, l'integrazione e lo sviluppo di 6 diversi elementi:

- individuazione degli obiettivi del Piano di Sostenibilità in coerenza con il Piano Strategico del Gruppo approvato dai Consigli di Amministrazione di ASTM e SIAS in data 18 luglio 2017;
- integrazione dei 17 Sustainable Development Goals (SDGs) al 2030 dell'ONU negli obiettivi di sostenibilità del Gruppo;
- definizione degli indirizzi strategici, obiettivi e azioni da intraprendere in coerenza con la politica di sostenibilità del Gruppo ispirata ai "Dieci Principi" del Global Compact delle Nazioni Unite (UNGC) e conforme alle Linee Guida ISO 26000;
- individuazione dei rischi inerenti la sostenibilità e dei relativi presidi di mitigazione integrati nell'ambito del Risk Assessment di Gruppo;
- analisi di materialità finalizzata all'individuazione delle tematiche più rilevanti per ciascun settore di attività in cui il Gruppo opera, in coerenza con le migliori best practice nazionali e internazionali;
- armonizzazione degli obiettivi del Piano di Sostenibilità con il Codice Etico del Gruppo.

Attraverso tale analisi si è giunti dunque all'elaborazione di differenti indirizzi strategici applicabili nei vari settori di divisione del Gruppo:

- implementare una Governance di Sostenibilità in linea con le migliori best practice;
- creare valore sostenibile nel medio-lungo termine per tutti gli Stakeholder, tutelando e sviluppando la reputazione del Gruppo;
- promuovere politiche volte a migliorare la sicurezza stradale;
- sviluppare il capitale umano valorizzando le competenze e le diverse culture;

- garantire la compliance con la normativa ambientale e promuovere politiche di efficientamento energetico;
- assicurare la salute e sicurezza sul lavoro.

3 Focus sul settore trasporti

3.1 Introduzione

Per svolgere la propria attività l'azienda utilizza un parco veicolare di proprietà composto da oltre 1300 trattori stradali e 2000 semirimorchi in grado di soddisfare tutte le varie possibili esigenze di trasporto della clientela.

Il parco mezzi è rinnovato costantemente per far sì che la flotta sia sempre efficiente ed in grado di garantire ai propri clienti servizi di trasporto tra i più sicuri ed affidabili del mercato (trattori in full-service sostituiti ogni 6 anni, botti del petrolifero ogni 15).

Nel settore trasporti il Gruppo Gavio è suddiviso in diverse aziende, ciascuna operante in maniera predominante in uno specifico settore, garantendo in questo modo una diversificazione della flotta ben definita (containers, petrolifero, merci varie, etc.).

Le due principali società sono Autosped G S.p.a., responsabile del trasporto di merci varie, e G & A S.p.a., per quanto riguarda i prodotti petroliferi.

La società, inoltre, dispone di una moderna officina interna, con sede a Castelnuovo Scrivia, per fornire assistenza continua al parco mezzi e di alcune unità meccaniche di pronto intervento per provvedere in maniera tempestiva agli imprevisti di viaggio, assicurando così ai propri clienti il massimo rispetto delle tempistiche richieste.

Per affrontare al meglio le analisi successive ed avere una visione d'insieme più ampia è opportuno andare a distinguere le principali componentistiche di cui si caratterizzano i mezzi sui quali si esegue la manutenzione. La divisione principale è composta da:

- trainanti: trattori stradali, motrici
- trainati: semirimorchi, rimorchi

Effettuata questa prima divisione, è possibile procedere con l'individuazione delle singole attrezzature che compongono i mezzi analizzati, di modo da raggrupparli in gruppi e

sottogruppi al fine di individuare le principali zone che compongono i mezzi, ed andare a valutare l'impatto relativo a ciascuno di essi.

I macro-gruppi da noi individuati sono i seguenti:

- gruppo carro: si compone di tutte le parti che permettono il funzionamento ed il movimento delle zone dei trainati;
- gruppo trasmissione: fanno parte di questo gruppo tutte le zone interessate dalla trasmissione del moto;
- gruppo cisterna: compone la parte superiore del pianale, quindi la cisterna in generale e la zona adibita allo scarico del liquido;
- gruppo impianto frenante: intendendo con esso tutti i dispositivi necessari a rallentare o bloccare il movimento del mezzo;
- gruppo impianto elettrico: comprende tutti i componenti elettrici presenti sul mezzo;
- gruppo carrozzeria: rientra in questa categoria tutta la sovrastruttura applicata al telaio del veicolo;
- gruppo motore: previsto solo nella componente trainante, responsabile del moto del mezzo in questione.



Figura 3. Esempio di autoarticolato (o bilico): unione di trattore stradale e semirimorchio

3.2 Composizione flotta

Il Gruppo Gavio dispone di una flotta di circa 3900 veicoli suddivisi su questa tipologia di mezzi:

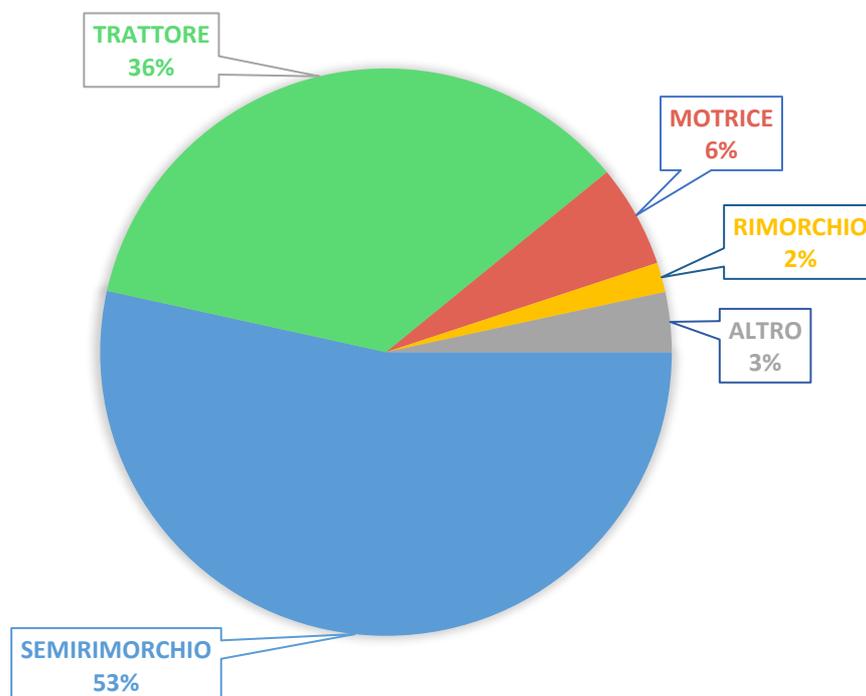


Figura 4. Suddivisione flotta Gruppo Gavio

Di questi, trattori e motrici rappresentano la componente trainante dotata di propulsione, che permette il moto del mezzo; semirimorchi e rimorchi invece, rispettivamente parti omologhe dei due nominati in precedenza, rappresentano la componente trainata.

Com'è possibile notare dal grafico l'autoarticolato, intendendo con esso l'accoppiata trattore – semirimorchio, costituisce quasi la totalità del parco mezzi aziendale, pari al 89%.

Questa flotta viene utilizzata in diversi settori, di cui i principali sono rappresentati dal settore petrolifero, settore containers (attraverso la società Truck Rail Containers S.p.a.) ed il settore delle merci varie.

Nella figura sottostante viene riportata la percentuale in peso della divisione del parco mezzi rispetto ai settori di utilizzo.

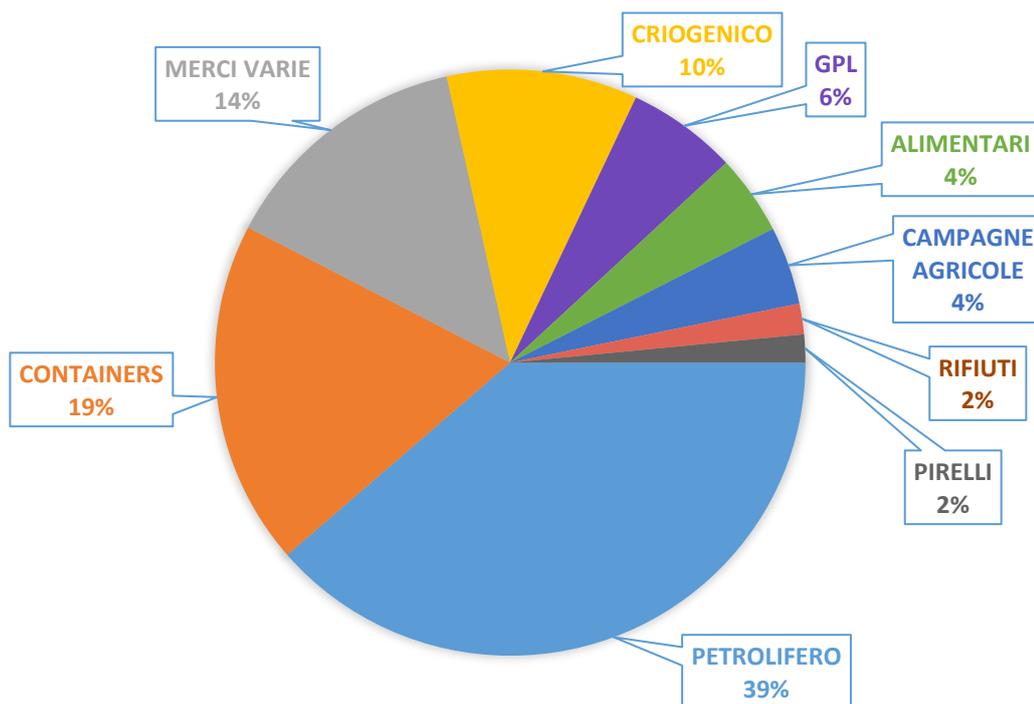


Figura 5. Settori di lavoro

Oltre che per dare una visione d'insieme dei rami sui cui il Gruppo opera, è opportuno fare questa distinzione perché ciascun settore impone l'utilizzo di un ben specifico veicolo, in quanto il trasporto avviene in differenti condizioni, di lavoro e ambientali, influenzando in maniera diversa sull'usura del mezzo.

La tipologia del servizio offerto, infatti, porta l'autista a percorrere diverse strade con conseguenti sollecitazioni e vibrazioni differenti a cui è assoggettato il veicolo, e questo naturalmente incide sui costi manutentivi caratteristici di ciascun settore.

Inoltre, ciascuno di essi ha una base di riferimento ed una zona principale da servire.

3.3 Analisi costi manutentivi 2018

I principali processi gestiti dalla direzione tecnica riguardano compiti di manutenzione, controlli periodici e allestimenti. A supporto di questo genere di attività è stato introdotto ormai da qualche anno un nuovo sistema informativo gestionale di manutenzione, SAP.

Esso fornisce le informazioni necessarie per l'impostazione, la gestione ed il controllo dell'attività manutentiva sotto il profilo logico, procedurale ed organizzativo.

Per andare a scegliere le tipologie di mezzo sulle quali andare ad effettuare l'analisi si è andati ad analizzare i costi totali di manutenzione sostenuti dal Gruppo durante l'anno 2018.

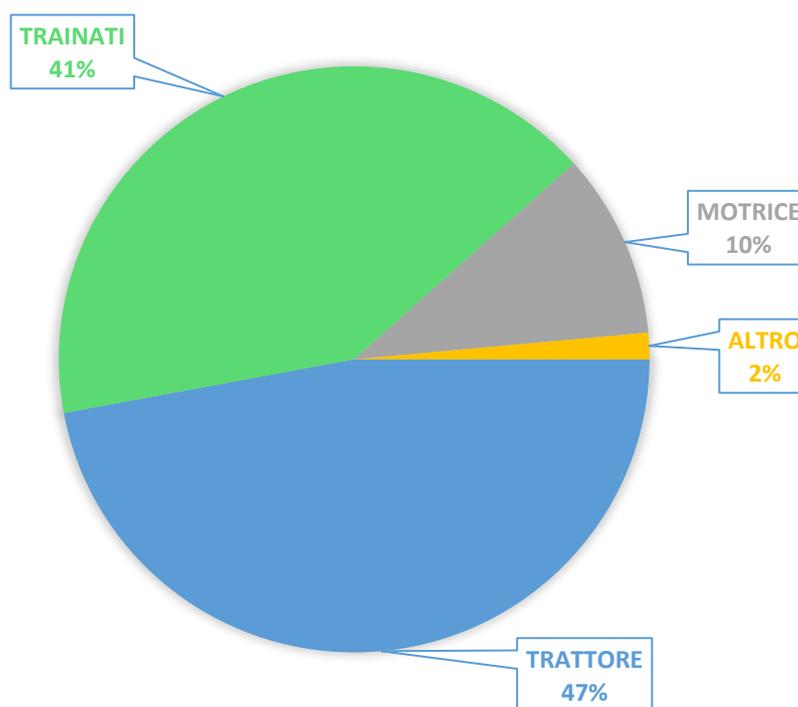


Figura 6. Ripartizione costi manutentivi 2018

Di questa tipologia di mezzi si analizzano i trainati, rimorchi e semirimorchi, che rappresentano il 53% del parco totale.

I trattori, i quali costituiscono il 36% del parco veicolare, hanno assorbito nel 2018 la quasi totale restante parte dei costi di manutenzione, pari al 47%. Tuttavia, questi vengono acquistati dalle ditte costruttrici con un contratto full service, il quale prevede un canone di manutenzione mensile da pagare, di cui si parlerà nei paragrafi successivi. Per essi è stato scelto di intraprendere questa direzione con lo scopo di avere una maggiore facilità di gestione, nell'ottica di un'organizzazione aziendale più snella.

Nel 2018 i trainati invece, rimorchi e semirimorchi, hanno assorbito il 41% dei costi totali relativi alla gestione della manutenzione.

L'obiettivo della tesi è quello di concentrarsi sui semirimorchi, e quindi sul 53% del parco, in quanto caratteristico di una gestione più difficoltosa. Ad oggi infatti la maggior parte dei veicoli citati non presenta sistemi di manutenzione preventiva, quanto piuttosto la classica manutenzione a guasto. Questo comporta il fatto che sia effettivamente presente una struttura preposta all'interno dell'azienda che segue la manutenzione di questa tipologia di veicoli.

Quello che l'azienda si pone come sfida è cercare di studiare dei sistemi che permettano l'efficientamento della manutenzione su tutti i livelli, andando ad implementare un programma di manutenzione programmata efficiente ed efficace tale da permettere di ridurre al minimo i fermi macchina ed i costi di gestione della stessa.

In questo modo è così possibile garantire una maggior sicurezza ed affidabilità per gli autisti che utilizzano i mezzi, oltre che un miglior servizio al cliente.

3.4 Sicurezza

La sicurezza è uno degli aspetti fondamentali, se non il principale, che governa il settore del trasporto su strada.

Al giorno d'oggi, purtroppo, è sempre più comune ascoltare notizie relative ad incidenti che avvengono lungo le strade internazionali. "Fattore umano", cattiva manutenzione del mezzo e utilizzo di pezzi di ricambio di scarsa qualità sono senza ombra di dubbio le cause più comuni.

Un passo avanti in tal senso è stato realizzato con il decreto del 26 marzo 2010, in cui vennero stanziati 8 milioni di euro con l'obiettivo di incentivare l'acquisto di rimorchi e semirimorchi dotati di ABS e sistemi di controllo elettronico della stabilità.

A.N.F.I.A. (Associazione Nazionale Filiera Industria Automobilistica), con un test pratico organizzato all'autodromo di Vallelunga in coalizione con ACI (Automobile Club d'Italia), ha messo in evidenza le differenze di comportamento in situazioni di emergenza di un complesso trattore-semirimorchio tra veicoli dotati di impianto antibloccaggio ABS e antiribaltamento ESC con altri privi di questi sistemi.

La prima prova consisteva nella frenata su rettilineo con fondo stradale asciutto o bagnato con aggiramento di ostacolo. In questo caso con il semirimorchio dotato di ABS l'ostacolo è stato evitato ed il controllo del mezzo mantenuto con successo; con il rimorchio senza ABS, invece, l'autoarticolato ha mostrato la tendenza a chiudersi "a portafoglio". È importante a tal fine sottolineare che in entrambi i casi il trattore era dotato di ABS. Ai fini della sicurezza, dunque, non è sufficiente che la componente trainante sia nuova ed in linea con i più moderni dispositivi: rimorchio e semirimorchio possono comportarsi in maniera indipendente dal trattore o dalla motrice, ed è quindi necessario che abbiano le adeguate dotazioni di sicurezza per evitare di far perdere stabilità all'autoarticolato.

La seconda prova invece ha verificato la resistenza al ribaltamento. I veicoli dotati di sistemi ESC in entrambe le unità sono rimasti perfettamente stabili, mentre quelli sprovvisti del tutto di tale sistema si sono ribaltati. Tuttavia, gli autoarticolati con dispositivo montato solo sulla componente trainata o solo sulla componente trainante hanno sì mantenuto la stabilità, ma la correzione del loro equilibrio è stata attuata in modo disomogeneo, cioè solo sul trattore o solo sul semirimorchio: una condizione che in alcune circostanze può non essere sufficiente ad evitare il ribaltamento del veicolo.

Tuttavia, oltre a ciò, c'è da tenere in considerazione che per il settore analizzato bisogna aggiungere un ulteriore fattore, legato al rischio riguardante la merce trasportata.

3.4.1 ADR

Il trasporto di merce su strada è soggetto a norme e regolamenti molto dettagliati, formulati in base al tipo di materiale trasportato ed ai mezzi di trasporto utilizzati.

Esso è regolamentato dall'accordo internazionale ADR, il cui testo è aggiornato ogni due anni, e contiene le disposizioni normative in merito ad imballaggio, fissaggio del carico e contrassegno.

Tutti i veicoli che trasportano merci pericolose devono essere dotati di un certificato di approvazione, il cosiddetto "barrato rosa", il quale ha scadenza annuale (in concomitanza con la revisione stradale).

Una delle condizioni fondamentali previste dall'ADR, ad esempio, è che sul veicolo sia riportato in modo visibile la tipologia di merce trasportata. A tal fine sono applicati dei pannelli di segnalazione di colore arancione e di forma rettangolare, che possono essere di due tipi: con numeri o senza (generico).

Il pannello di pericolo con numeri, di dimensioni 30 x 40 cm, identifica nella parte superiore la tipologia di pericolo in base al tipo di materiale trasportato (numero di KEMLER), mentre nella parte inferiore viene indicato il nome specifico del materiale (definito come numero ONU), 4 cifre numeriche alle quali, univocamente in tutto il mondo, corrisponde la merce trasportata.

3.4.2 Controllo satellitare

Un dispositivo di particolare utilità per il controllo dell'attività del semirimorchio è il cronotachigrafo digitale.

Si tratta di un componente della strumentazione di bordo, installato obbligatoriamente sui veicoli adibiti al trasporto di cose di peso complessivo superiore alle 3,5 tonnellate.

L'apparecchio è completamente elettronico e possiede una propria memoria che registra ogni attività compiuta a bordo del veicolo (tempi di guida e riposo dell'autista, velocità del veicolo, distanza percorsa, inserimento e disinserimento carte tachigrafiche, ecc.).

Il controllo e la localizzazione satellitare consentono di avere un monitoraggio continuo della flotta aziendale attraverso diverse azioni, quali ad esempio:

- localizzazione mezzo in tempo reale: per conoscere sempre l'esatta posizione e ottimizzare gli spostamenti;
- cronotachigrafo digitale: è possibile conoscere i tempi di guida rimanenti di un determinato conducente (vi è un tempo massimo di guida regolare al giorno pari a 9 ore), evitando così il rischio di multe causate dal superamento dei limiti giornalieri;
- protezione furto carburante: attraverso una sonda installata nel serbatoio carburante è possibile rilevare immediatamente dei cali rapidi dello stesso, tenendo così sotto controllo la situazione;

- reportistica dettagliata: è possibile visualizzare il dettaglio di fermate e percorsi, analizzare i chilometri percorsi ed i consumi, le ore di guida e gli allarmi generati, l'apertura del portellone per la sicurezza della merce trasportata, ecc.

3.5 Full service trattori

I trattori stradali sono acquistati dal costruttore con un contratto full service, il quale prevede il pagamento di un canone di manutenzione mensile fisso.

L'obbligo di erogazione dei servizi per ciascun autoveicolo termina allo scadere della durata temporale prevista o al raggiungimento del chilometraggio pattuito, a seconda di quale dei due casi si verifica prima. Tuttavia, se il raggiungimento della percorrenza totale stabilita avviene prima del limite temporale, vi è la possibilità di incrementare il chilometraggio originariamente stimato, previo addebito del sovrappiù chilometrico riscontrato.

Per la durata del contratto sottoscritto la ditta costruttrice si impegna ad eseguire, dietro pagamento del corrispettivo pattuito, operazioni di riparazione e manutenzione sui veicoli in oggetto. Il prezzo forfettario mensile viene provvisoriamente calcolato in base alla percorrenza annua presunta.

La casa madre provvede a far eseguire le prestazioni a proprio carico quando queste si rendono necessarie, durante i normali orari di lavoro, da opportune officine autorizzate. Per le prestazioni contrattuali erogate, su richiesta del cliente, al di fuori dei normali orari di lavoro, essa addebiterà separatamente le maggiorazioni normalmente applicate per ore straordinarie e per il lavoro domenicale, festivo e notturno. Sarà compito dell'officina incaricata indicare un programma di manutenzione per il veicolo, tenendo conto della necessità d'impiego da parte del cliente e della disponibilità dell'officina stessa.

In particolare, viene di seguito riportato un elenco (non esaustivo) dei servizi che è possibile trovare inclusi nel contratto:

- operazioni di manutenzione previste nel libretto di garanzia del produttore (inclusi olio motore, olio cambio, grassi, liquido freni, liquido antigelo per l'impianto di

raffreddamento e riscaldamento, filtri dell'olio, del carburante e dell'aria, guarnizioni e minuteria);

- preparazione al periodo invernale;
- tutte le riparazioni che si rendono necessarie, per effetto dell'usura, su tutte le componenti del veicolo ed in particolare, sull'autotelaio e sul motore, inclusi ricambi, oli e grassi necessari, ad eccezione dei danni riscontrati e ricollegabili ad un uso improprio del mezzo;
- regolazione dell'impianto freni del veicolo e del rimorchio/semirimorchio.

La restante parte del costo manutentivo legato ai trattori è rappresentata da usi impropri da parte dell'autista o a sinistri stradali.

Al termine del suddetto contratto il mezzo viene riacquistato dalla casa costruttrice in buyback, secondo il canone concordato al momento della stipula del contratto.

4 Modello per l'analisi dei costi manutentivi

4.1 Stato dell'arte

Nel 2017 è stata effettuata un'analisi dei costi manutentivi sul parco mezzi containers, con gli obiettivi di:

- ottenere mezzi maggiormente performanti e più sicuri;
- contenere i costi manutentivi totali e perseguire un costo di manutenzione il più possibile all'interno di un range di scostamento limitato;
- allungare la vita utile dei mezzi;
- migliorare il piano investimenti in termini di tipologie, quantità, prezzi.



Figura 7. Esempio di porta container estensibile

Da questa analisi è scaturita la nascita di un piano di lavoro di manutenzione programmata, denominato “Progetto Lacchiarella” (dal nome della filiale sede principale del programma) riguardante esclusivamente la parte rotabile del mezzo trainato, escludendo di fatto quella relativa alla cisterna. Essa è partita in via sperimentale su una parte dei semirimorchi facenti parte della flotta aziendale.

La manutenzione programmata (di seguito indicata con MP), se correttamente eseguita, si prefigge i seguenti compiti:

- diminuzione dei tempi di fermo macchina a causa di rotture e/o guasti improvvisi delle stesse;
- diminuzione dei costi di fermo macchina derivanti da guasti non preventivabili;
- riparazione dei danni a prezzi prefissati;
- rendicontazione: chiarezza su dove, quando e con quale frequenza si verificano i danni;
- capacità di identificare le cause dei danni ricorrenti e risolvere il problema;
- pianificazione della manutenzione eseguita tenendo in considerazione le esigenze operative;
- incremento della disponibilità della flotta;
- garantire maggior sicurezza ed affidabilità per gli autisti che utilizzano i mezzi;
- garantire un migliore servizio nei confronti dei clienti, oltre che poter vantare una flotta efficiente.

Essa prevede una diversa tipologia di controlli che è possibile eseguire sui mezzi in esame, quali:

- Prerevisione
- MP leggera (senza indicazione dei mesi): per quei mezzi che, per via del settore di appartenenza e/o dell'età, di norma effettuano un solo controllo, di tipo leggero, una volta l'anno
- MP leggera (6 mesi): per quei mezzi che effettuano due controlli di tipo leggero l'anno, uno concomitante con la revisione ed il secondo a 6 mesi di distanza, oppure il richiamo semestrale a seguito di MP pesante (8 anni)

- MP pesante (8 anni): per quei mezzi aventi 8 anni di età. Questi devono effettuare un intervento di tipo pesante, ossia procedere con lo smontaggio dei mezzi per verifica e sostituzione, se necessario, dei cuscinetti. La sostituzione è subordinata all'autorizzazione del tecnico di riferimento
- MP pesante / 600.000 km per i soli mezzi del settore criogenico, per i quali il cliente richiede la sostituzione dei cuscinetti ogni 600.000 km
- MP pesante / 1.200.000 km per i soli mezzi del settore criogenico, per i quali il cliente richiede la sostituzione dei cuscinetti ogni 600.000 km; la convenienza ad effettuare la seconda sostituzione va sempre concordata con il cliente
- Ingrassaggio: per i soli mezzi del settore criogenico, i quali richiedono un fermo trimestrale per l'ingrassaggio di alcune parti
- Sostituzione: per quei mezzi che sono prossimi ad essere venduti. In questo caso sono i responsabili di manutenzione, confrontandosi se necessario con altre funzioni della Direzione Tecnica, a stabilire la convenienza economica di effettuare interventi di qualunque natura

L'analisi effettuata sul settore Containers ha consentito di stilare il piano di MP attualmente operativo, andando a considerare l'età del mezzo come discriminante tra le diverse tipologie di controlli:

- mezzi di età inferiore a 3 anni e superiore a 12 anni: vengono fermati solo in concomitanza della revisione e viene effettuato il solo controllo di prerevisione. Per i mezzi di età inferiore ai 3 anni le eventuali riparazioni scaturite dai controlli di prerevisione, per quei componenti coperti dalla garanzia, dovranno essere a carico del costruttore;
- mezzi di età pari a 3 anni: vengono fermati in concomitanza della revisione per un controllo di tipo leggero.

Tutti gli altri mezzi soggetti alla manutenzione programmata non citati precedentemente vengono fermati invece due volte all'anno, con un intervallo temporale di 6 mesi tra un fermo e l'altro. Il primo fermo viene effettuato in coincidenza con la revisione, il secondo a distanza di 6 mesi dal primo.

Anche qui la discriminazione sul tipo di controllo viene effettuata in base all'età del mezzo:

- mezzi di età compresa tra 4 e 7 anni: sono previsti due controlli annui di tipo leggero.
- mezzi di età pari a 8 anni: è previsto un controllo pesante (smontaggio mozzi, ingrassaggio, eventuale sostituzione) in concomitanza della revisione, ed un successivo controllo leggero.
- mezzi di età compresa tra 9 e 12 anni: sono previsti due controlli annui di tipo leggero.

Restano esclusi dalla MP alcune tipologie di mezzi, come ad esempio i mezzi del settore alimentare, in quanto poco utilizzati. Per questo settore è previsto solamente il controllo leggero ogni 12 mesi, in concomitanza della revisione.

4.2 Scelta modello

L'analisi sui containers ha mostrato un certo trend, tuttavia rimane un'analisi fatta esclusivamente sul telaio puro, che rappresenta l'allestimento più semplice.

Nel presente lavoro di tesi, tra le diverse possibili tipologie di allestimento previste per il settore trainati, è stato scelto di analizzare quelle provviste di cisterna, pari al 47% del totale dei semirimorchi ed al 25% del totale dei mezzi attualmente a parco.



Figura 8. Produzione cisterna

Inoltre, analizzando i costi di manutenzione del 2018, è stato possibile notare come esse assorbono circa il 70% del totale della componente trainata, oltre a rappresentare indubbiamente il sistema più complesso.

Lo scopo è quello di creare un modello per l'analisi dei costi di manutenzione, andando a valutare l'andamento dei costi manutentivi durante gli anni di vita del semirimorchio per confrontarlo con le politiche introdotte a seguito dello studio effettuato, in modo tale da analizzarne le differenze e osservare se il programma sviluppato può essere esteso anche a questa tipologia di mezzi.



Figura 9. Esempio di cisterna

Si propone in figura una schematizzazione della disponibilità attuale di botti per trasporti di idrocarburi e liquidi/sfusi alimentari:

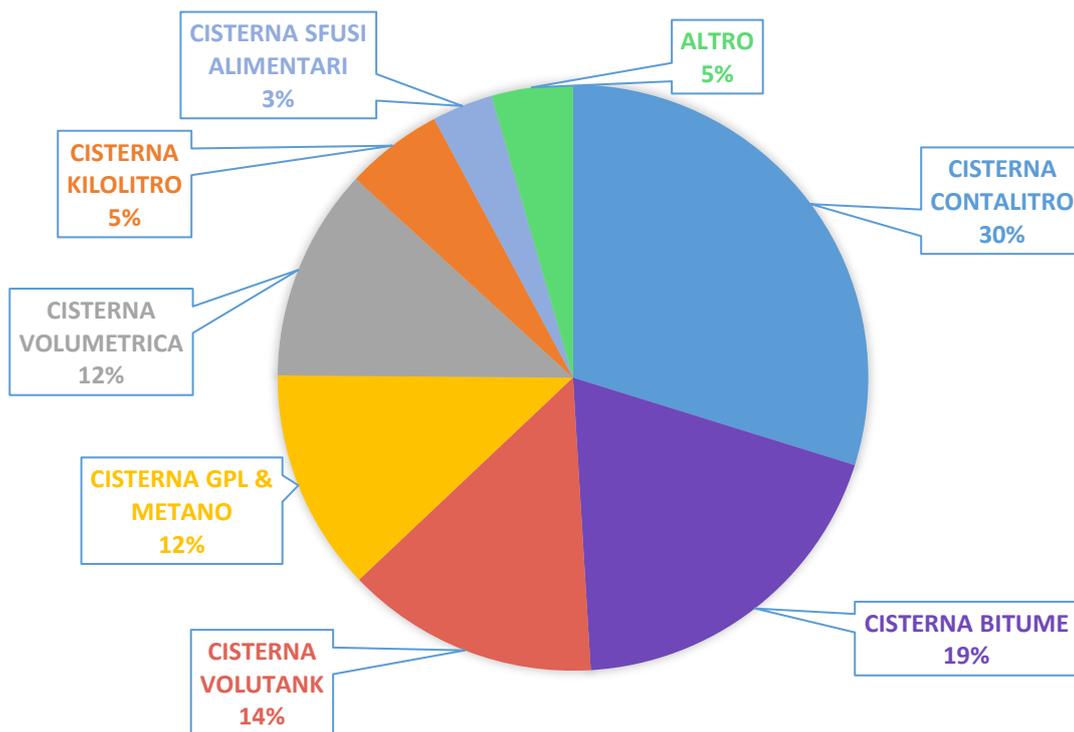


Figura 10. Suddivisione parco cisterne

Tra queste si è scelto di analizzare per i nostri scopi le:

- cisterne contalitro
- cisterne volutank

Esse rappresentano il 44% del totale e sono anche le più complesse a livello di sistemi di misurazione, in quanto responsabili di trasporto di idrocarburi.

A livello di sistemi di misurazione infatti è possibile fare la seguente distinzione:

- cisterna volumetrica: il carico/scarico del prodotto viene controllato in base al peso del veicolo. È effettuata una misurazione prima e dopo uno dei due eventi;
- cisterna kilolitro: simili alle volumetriche, non presentano componenti elettronici o pneumatici, ma solo meccanici. È presente una medaglietta (per questa cisterna e le successive sono previsti dei controlli metrici biennali per la verifica della taratura degli strumenti), la quale ha il compito di verificare che la botte abbia raggiunto la propria capienza massima. Si carica totalmente, si scarica totalmente.

- cisterna contalitro: presenta dei contatori meccanici (rotori più encoder), più una testata elettronica. Attraverso di essa l'operatore può impostare i litri di scarico, lo scarico perciò qui può essere parziale.
- cisterna volutank: oltre alla testata, presenta al suo interno delle aste elettroniche, dette aste dipstick, le quali sostanzialmente hanno un cursore mobile lungo di esse ed in base alla cui posizione è possibile calcolare la quantità di prodotto all'interno della botte. In questo modo è possibile contare anche la quantità di prodotto in fase di carico.

4.3 Creazione modello

Prima di partire con l'analisi vera e propria è necessario precisare che:

- i dati sui costi manutentivi a disposizione sono solo parziali, perché disponibili dal 2010. Per omogeneizzarli quindi si è scelto di classificare in mezzi in base all'età, riportando l'anno di manutenzione rispetto l'anno di immatricolazione. A puro titolo di esempio: un mezzo immatricolato nel 2007, mantenuto nel 2013, rappresenta un mezzo di 6 anni di vita e così via.
- inoltre, rispetto alla distinzione in macro-gruppi definita precedentemente, si è andati ad isolare completamente il gruppo cisterna rispetto a tutti gli altri, che saranno in seguito indicati come gruppo rotabile, in quanto al momento di difficile gestione.

Si è partiti inizialmente andando a rielaborare il database a disposizione in modo tale da renderlo omogeneo e versatile, con la possibilità futura di estendere facilmente l'analisi agli anni successivi o per diversi allestimenti analizzati.

Come strumento di calcolo è stato utilizzato il Software Excel.

Un'altra distinzione che è necessario fare, perché utile nel seguito (vedi cisterna contalitro), riguarda le due diverse finalità a cui può essere destinato il trasporto di prodotti petroliferi:

- prodotti petroliferi rete: carburanti a punti vendita stradali e autostradali;

- prodotti petroliferi extra rete: carburanti, combustibili e bitumi sfusi a terzi non punti vendita.

Oltre a condividere un diverso scopo, e quindi dei tragitti stradali diversi che possono condurre ad un'usura differente del mezzo, vi sono anche diverse modalità operative e diverse specifiche che è necessario eseguire, in quanto imposte dal cliente.

A tale scopo si riporta un estratto di una specifica sottoscritta con uno dei principali clienti del Gruppo nel settore rete, senza dubbio il settore più limitante.

4.3.1 Specifiche tecniche autobotti carburante rete

Viene di seguito riportato un estratto della specifica tecnica relativa alle autobotti carburante ENI (rete).

Le specifiche di seguito elencate si riferiscono a mezzi utilizzati per il trasporto in ADR, ad impianti rete, di prodotti definiti dalla committente "GASOLIO" (kemler 30 – ONU 1202) e "BENZINE" (kemler 33 – ONU 1203). Le autobotti devono essere sempre tenute in perfette condizioni di efficienza e di sicurezza nonché prive di ammaccature, macchie, ruggine o quant'altro ne degradi l'aspetto estetico.

In particolare, uno degli aspetti più stringenti imposti riguarda il vincolo sull'anzianità della ATB (insieme di trattore e semirimorchio). Le autobotti in oggetto, infatti, fermo restando l'esigenza di assolvere a tutti i requisiti di sicurezza e affidabilità comunque citati nel documento (qui non presi in considerazione), dovranno corrispondere alle caratteristiche di anzianità sotto definite:

- prima immatricolazione della componente trainante (trattore/motrice) non antecedente ai 10 anni;
- prima immatricolazione componente trainata (semirimorchio) non antecedente ai 15 anni;
- data costruzione cisterna non antecedente ai 15 anni.

Per il controllo dell'anzianità fa fede, rispettivamente, la carta di circolazione ed il libretto cisterna o il certificato di approvazione.

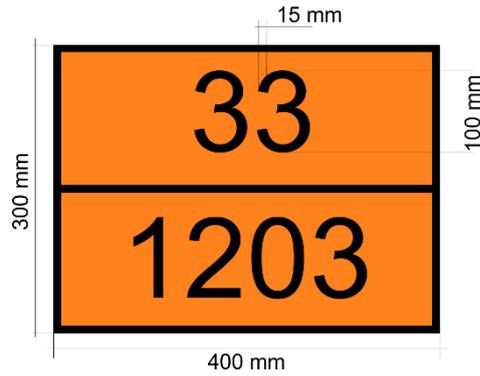


Figura 11. Esempio pannello ADR

4.4 Cisterne contalidro

Le cisterne contalidro rappresentano il 30% delle cisterne attualmente a disposizione del Gruppo Gavio per il trasporto di prodotti petroliferi rete ed extra rete.

Iniziamo l'analisi inizialmente riportando i risultati del settore extra-rete.

4.4.1 Settore extra-rete

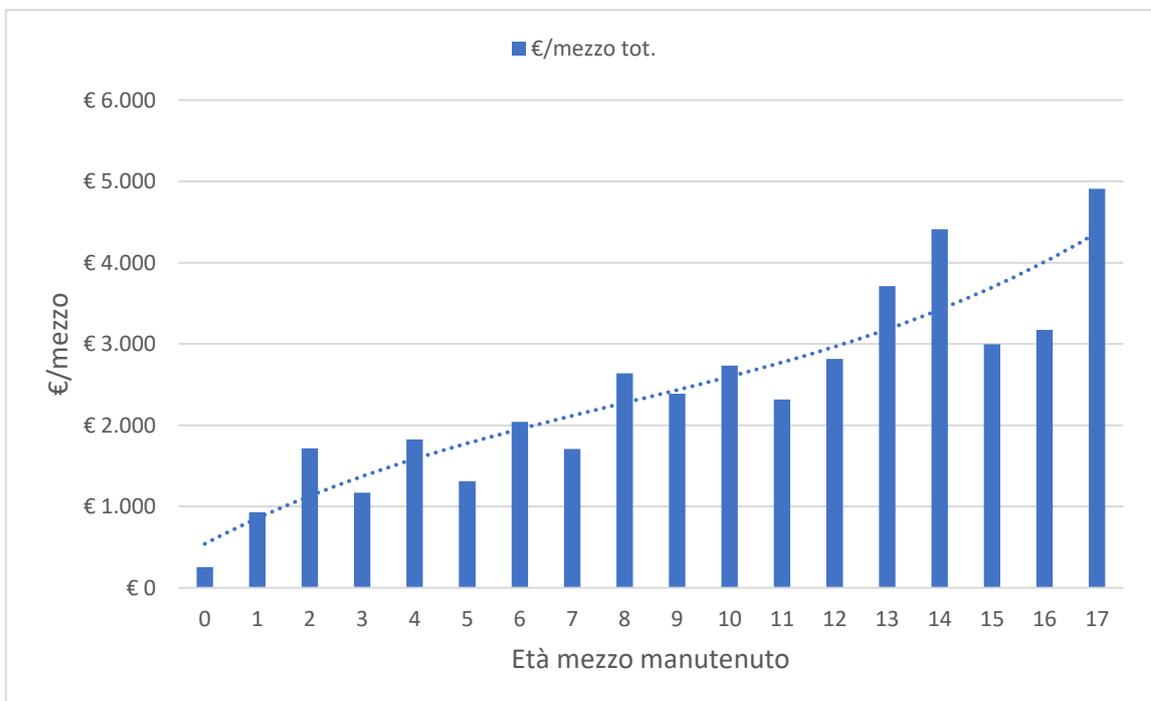


Figura 12. Analisi per tutto il parco mezzi

In ascissa della figura rappresentata è riportata l'età del mezzo, calcolata come affermato in precedenza, ed in ordinata l'euro mezzo (costo totale annuale rapportato al numero di mezzi mantenuti nello stesso anno).

Nel grafico successivo invece vengono filtrati i soli mezzi immatricolati dal 2010 al 2019. Anche se sicuramente di numero inferiore rispetto al totale, si è scelto di effettuare questo confronto per avere una conferma dell'andamento trovato in precedenza. Questi mezzi, infatti, sono gli unici di cui si ha a disposizione una storia manutentiva completa a partire dall'anno 2010.

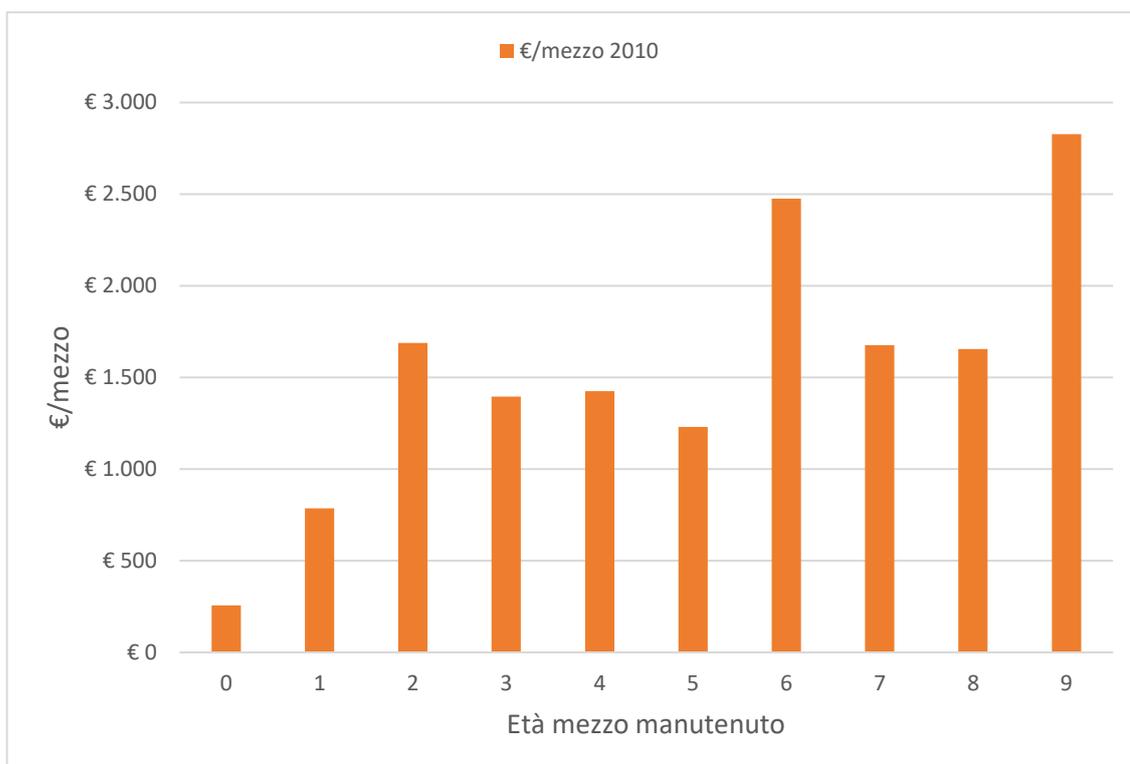


Figura 13. Analisi per i mezzi immatricolati a partire dal 2010

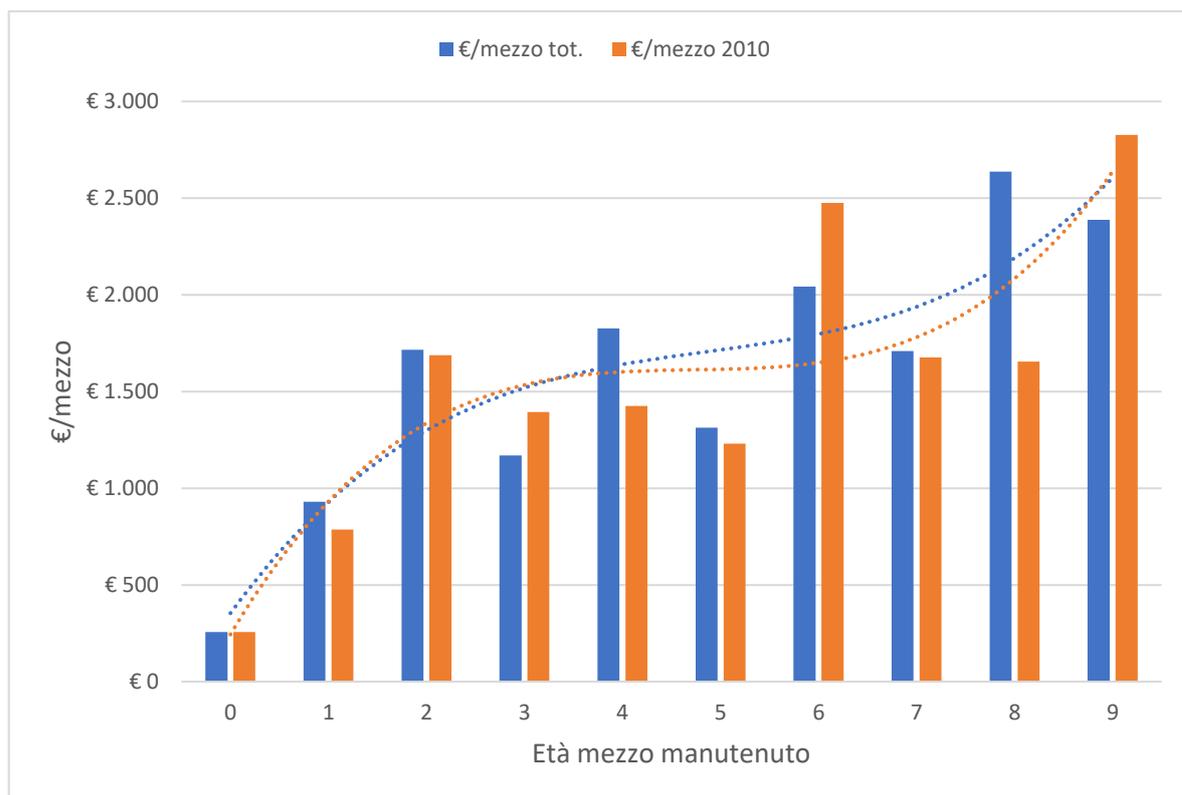


Figura 14. Sovrapposizione grafici precedenti

Dalla sovrapposizione dei due grafici si può notare come l'andamento tra i due scenari sia del tutto confrontabile, per tanto possiamo dedurre che l'andamento dei costi medi per mezzo relativi alle immatricolazioni ante 2010 è attendibile.

Il passo successivo è stato andare a scorporare dai costi totali i singoli costi legati alle manutenzioni della cisterna. I risultati ottenuti vengono illustrati nei diagrammi successivi.

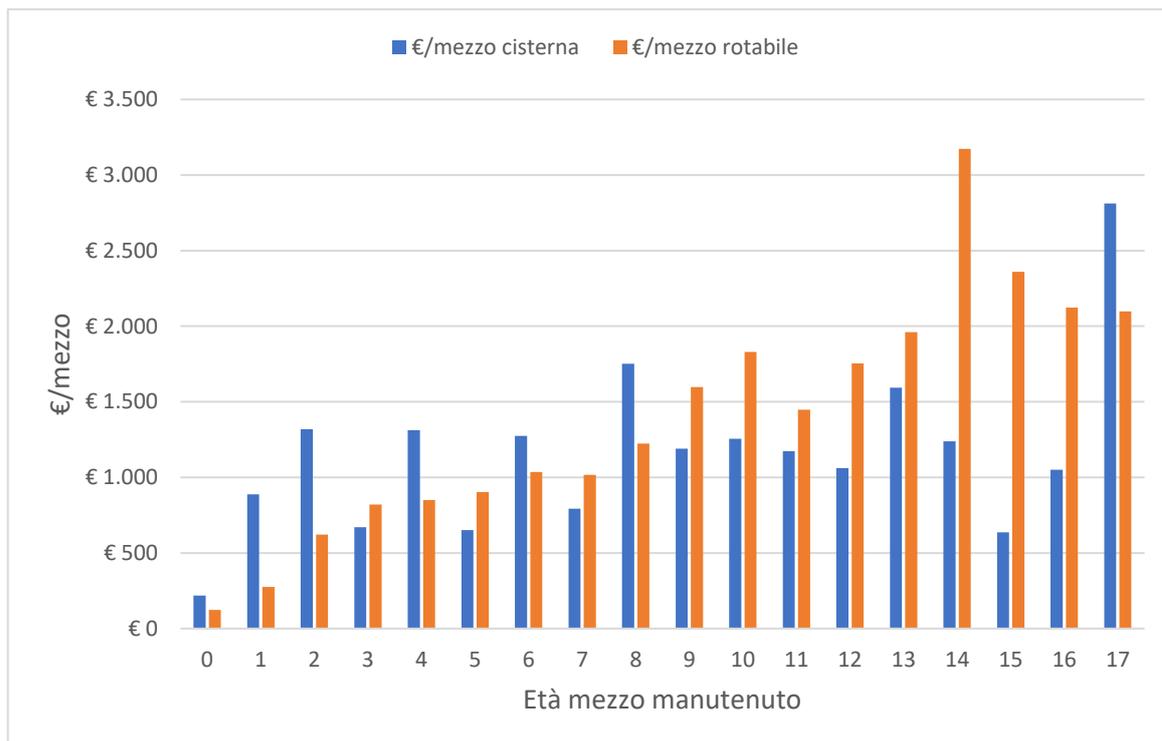


Figura 15. Gruppo cisterna e gruppo rotabile. Andamento costi

Dal grafico è possibile osservare che nei primi anni di vita del semirimorchio la manutenzione della botte in sé incide maggiormente sui costi totali di manutenzione del mezzo. Tuttavia, a partire circa dal nono anno di vita dello stesso, la manutenzione legata al rotabile prevale sulla componente della cisterna e tende ad aumentare anno per anno. Il costo di manutenzione della cisterna invece si mantiene circa ad un livello costante.

Anche qui per validare i risultati ottenuti è stato fatto un confronto tra parco mezzi totale e parco mezzi immatricolati a partire dal 2010.

Separando i gruppi i risultati sono mostrati in figura:

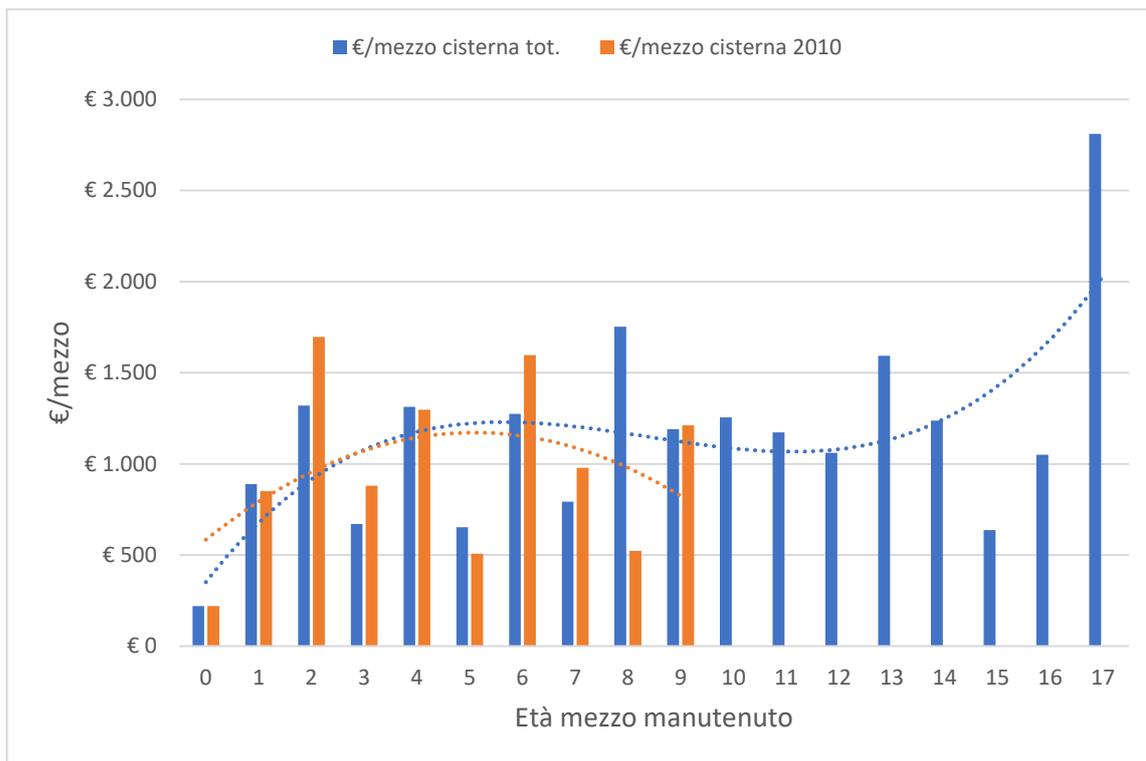


Figura 16. Confronto €/mezzo cisterna

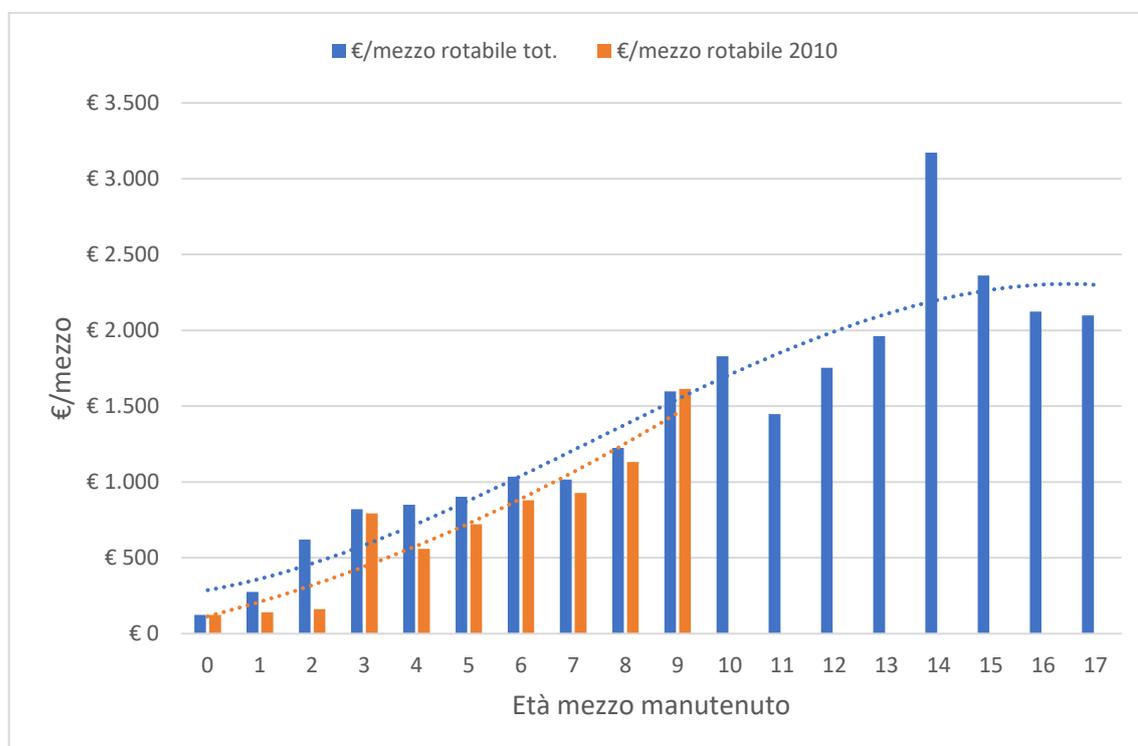


Figura 17. Confronto €/mezzo rotabile

Per confronto si può vedere effettivamente come l'andamento dei due scenari sia perfettamente confrontabile.

4.4.2 Settore rete

Si riporta di seguito la stessa analisi, effettuata questa volta sul settore rete.

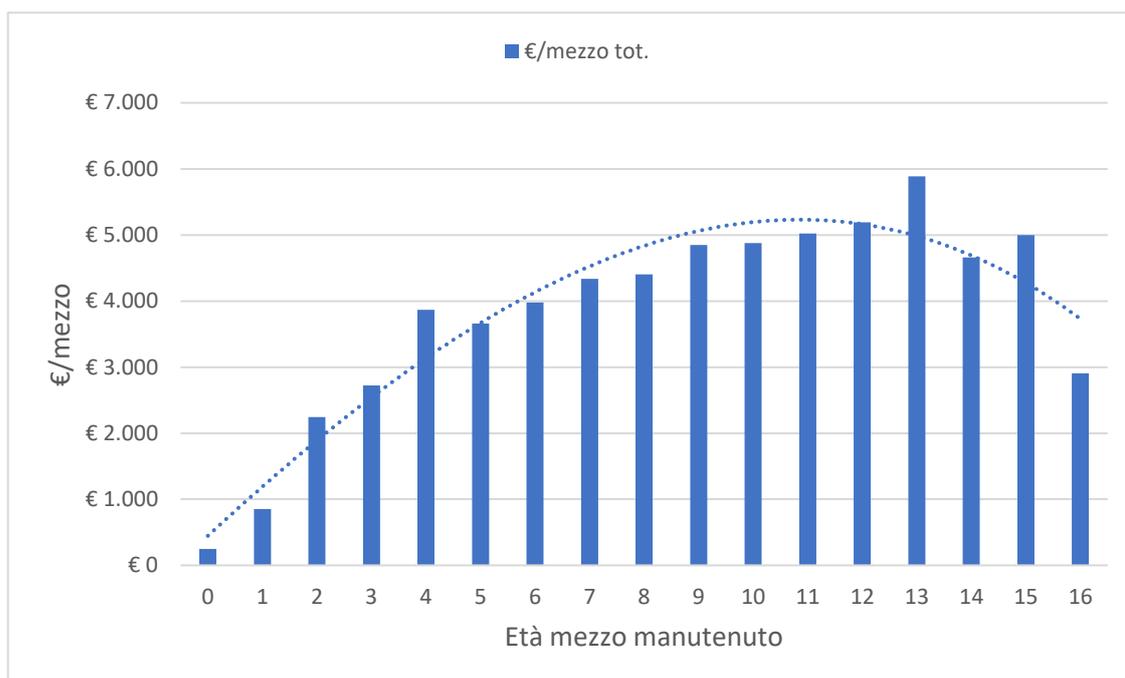


Figura 18. Analisi per tutto il parco mezzi

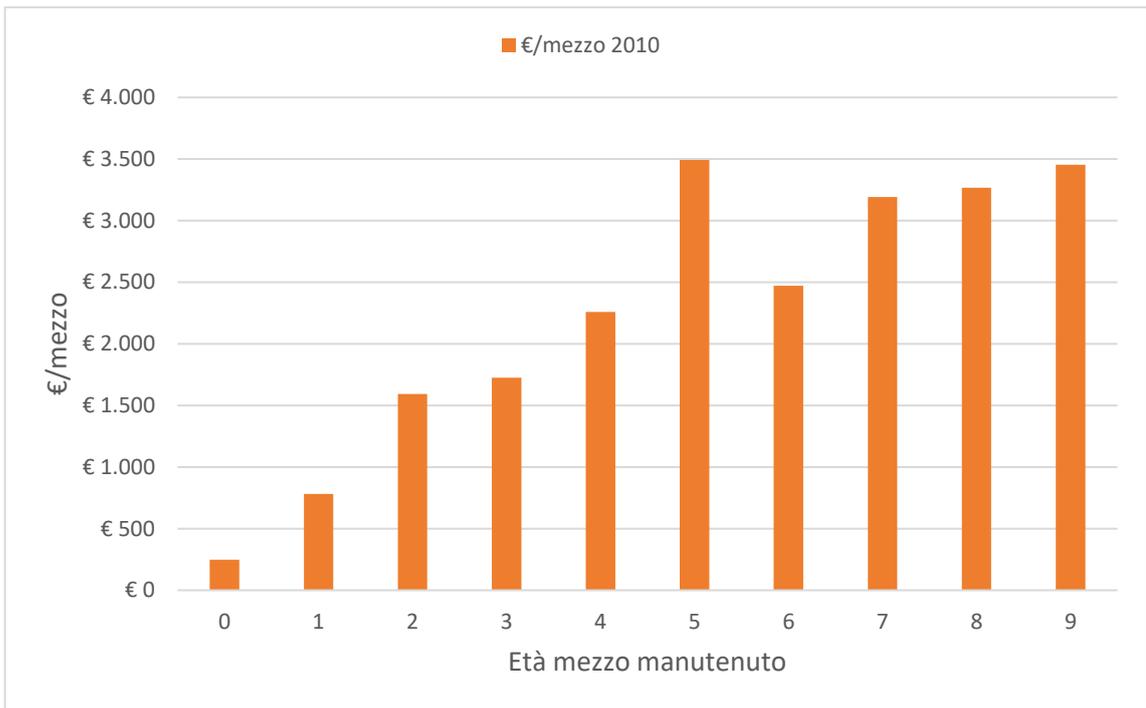


Figura 19. Analisi per i mezzi immatricolati a partire dal 2010

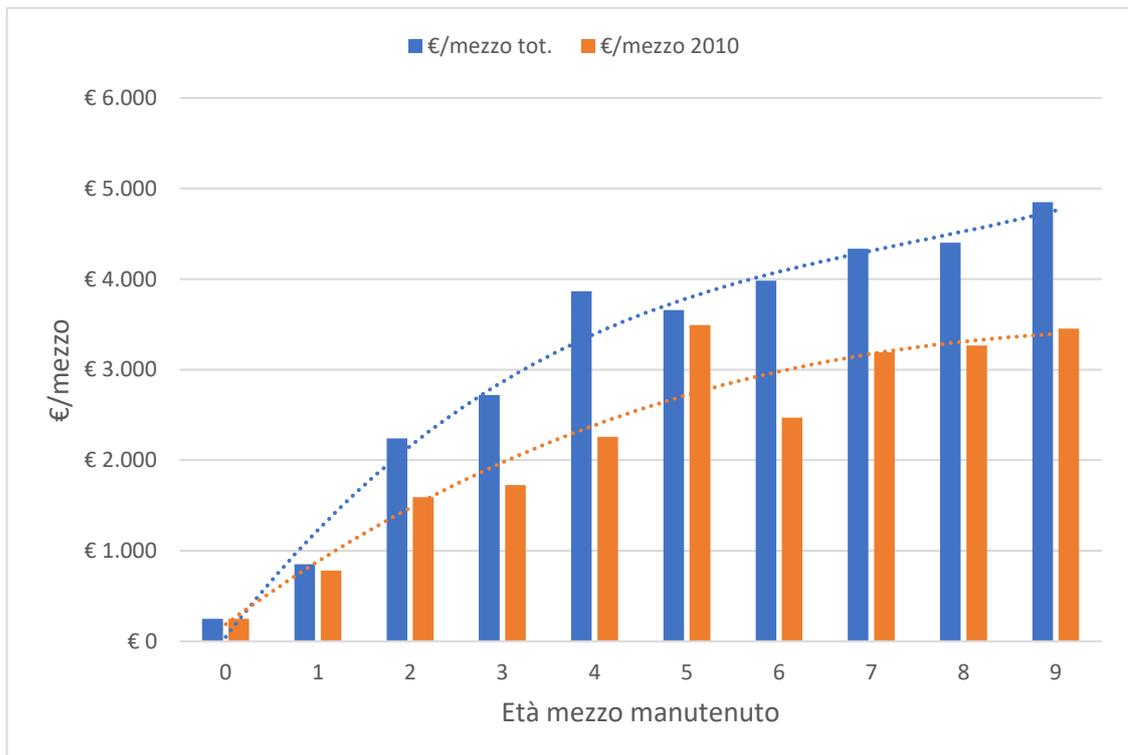


Figura 20. Sovrapposizione grafici precedenti

Anche qui dal confronto l'andamento risulta essere simile, tuttavia si inizia ad osservare una certa differenza di costo relativa ad ogni anno. Questo era un risultato preventivato, infatti il settore rete è un settore particolarmente critico per il mezzo in quanto la maggior parte del tempo il veicolo viaggia in territorio urbano ed è quindi sottoposto a sollecitazioni maggiori.

Per l'analisi fatta, infatti, un mezzo di 4 anni, ad esempio, può essere sia un mezzo immatricolato nel 2006, che nel 2015. Andando a filtrare quindi i mezzi immatricolati post 2010 si va perciò ad usufruire dei vantaggi che il progresso tecnologico porta con sé.

Andando a dividere gli interventi di manutenzione come nel caso precedente, si ottengono i seguenti risultati:

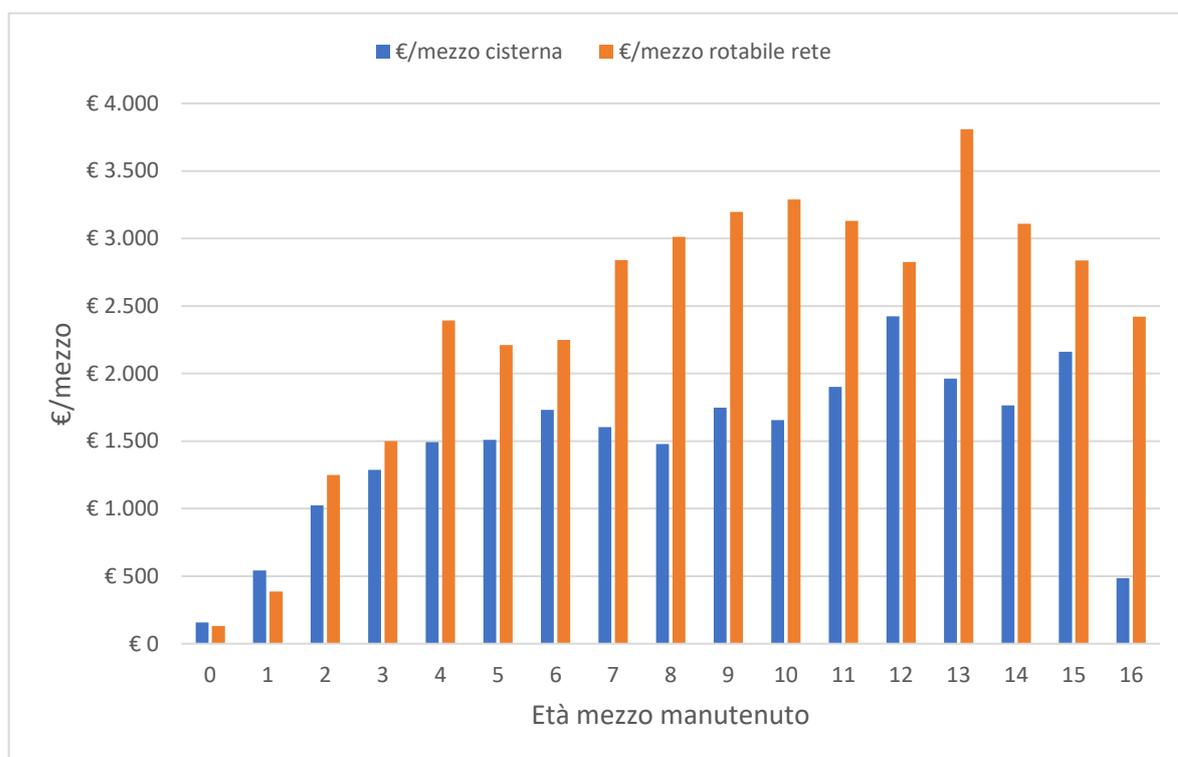


Figura 21. Gruppo cisterna e gruppo rotabile. Andamento costi

Si può osservare qui un costo di manutenzione del rotabile che tende a salire ed esplodere intorno il dodicesimo anno, per poi diminuire. Ma questo decremento è legato al fatto che per il settore rete alcune compagnie richiedono un semirimorchio di età non superiore a 15 anni, perciò il campione analizzato tende a ridursi in prossimità di quella scadenza.

Inoltre, a differenza del settore analizzato precedentemente la manutenzione del gruppo cisterna, a parte nei primissimi anni di vita, inficia sempre in modo inferiore rispetto la corrispondente parte rotabile.

Ma questo sarà analizzato nel dettaglio nel paragrafo successivo.

Confrontando i dati con i soli veicoli immatricolati a partire dal 2010, si possono ottenere i seguenti risultati, del tutto confrontabili tra di loro. Vale anche qui il discorso dell'innovazione tecnologica.

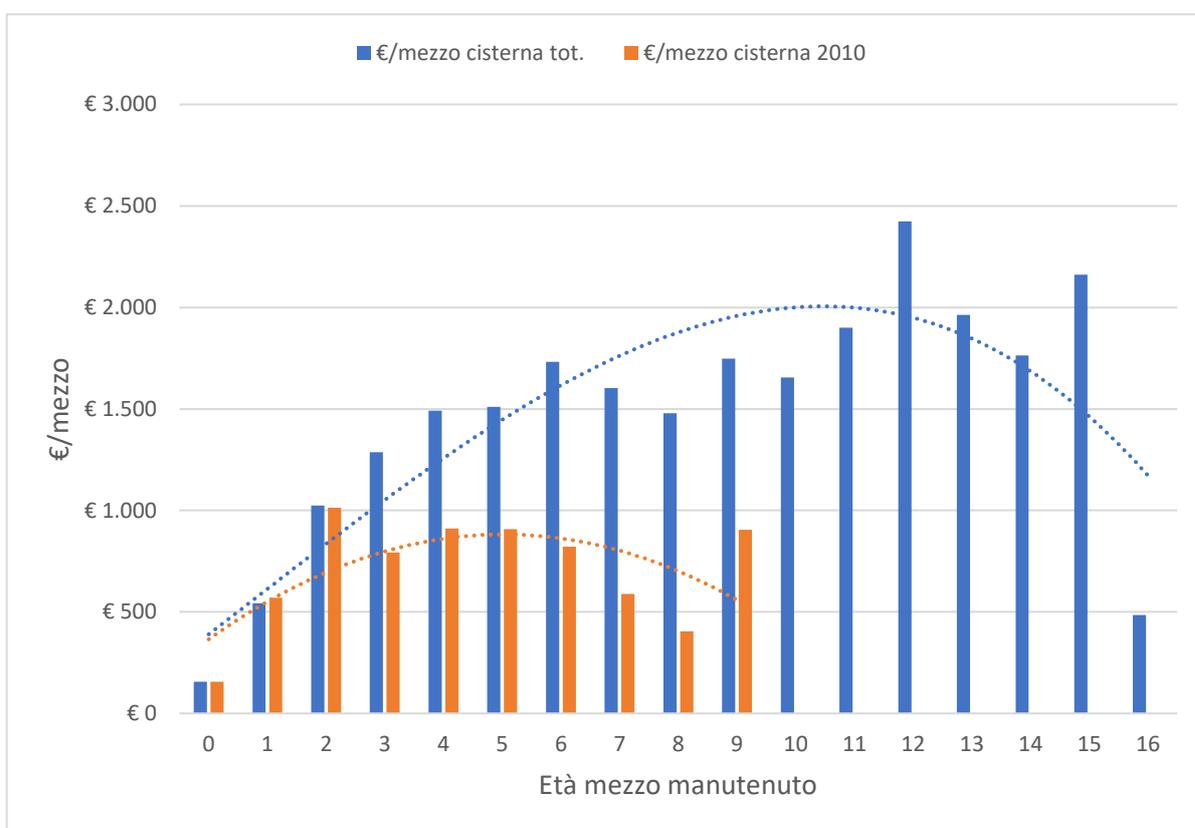


Figura 22. Confronto €/mezzo cisterna

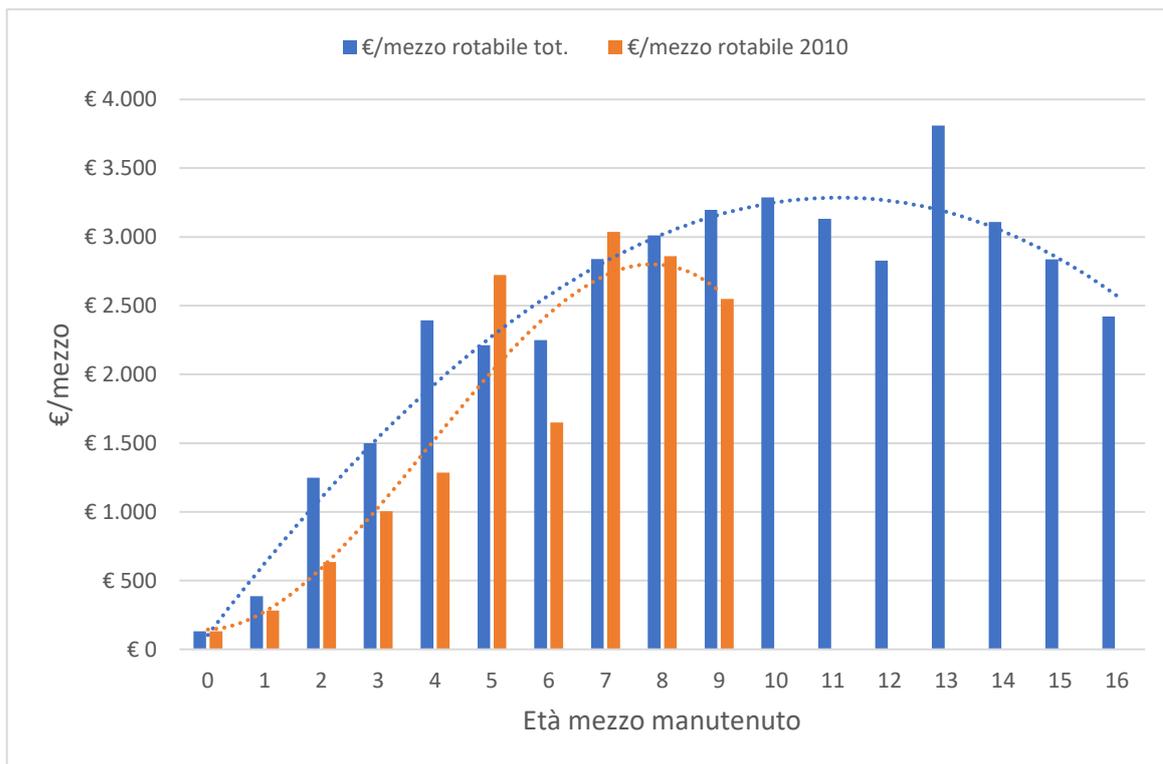


Figura 23. Confronto €/mezzo rotabile

4.4.3 Confronto rete, extra-rete, containers

Vengono qui confrontati i risultati finali delle due analisi.

Il confronto per il gruppo cisterna conferma l'andamento ipotizzato prima secondo cui i veicoli destinati al settore extra rete, prevedendo percorsi prettamente extra urbani (con frenate minori e velocità più costanti), tendono a favorire la vita del mezzo.

Nei due grafici successivi invece viene confrontata l'analisi sul gruppo rotabile effettuata per le cisterne contalidro con quella che ha caratterizzato la nascita del programma di manutenzione programmata, valutata sui containers. Vengono in questo caso confrontati in maniera separata tra loro i due settori appena analizzati.

Si propone dapprima il confronto con il settore extra-rete. Effettivamente in questo caso l'andamento è molto simile con un picco tuttavia raggiunto per la cisterna contalidro in prossimità del quattordicesimo anno. Questa esplosione dei costi potrebbe suggerire di sostituire il mezzo in prossimità dello stesso anno, in quanto comunque i dati per gli anni successivi valutano un campione di mezzi ridotto perché a fine vita.

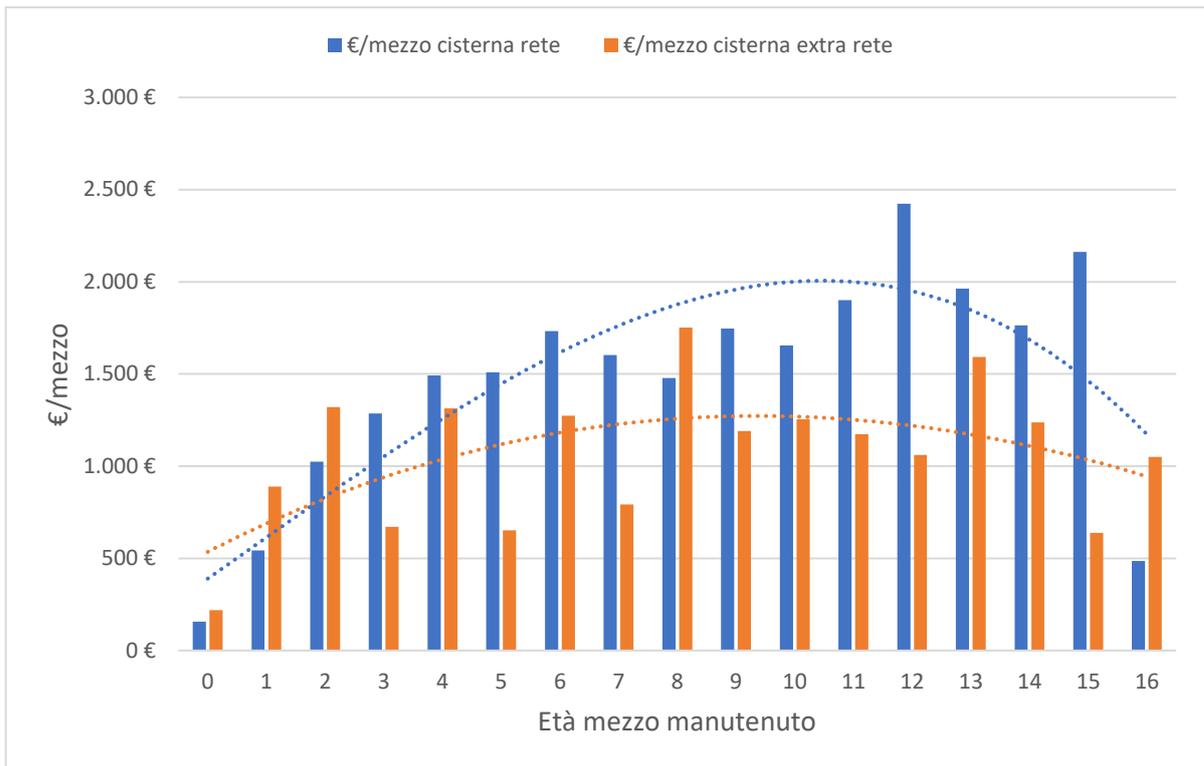


Figura 24. Confronto €/mezzo cisterna rete e extra-rete

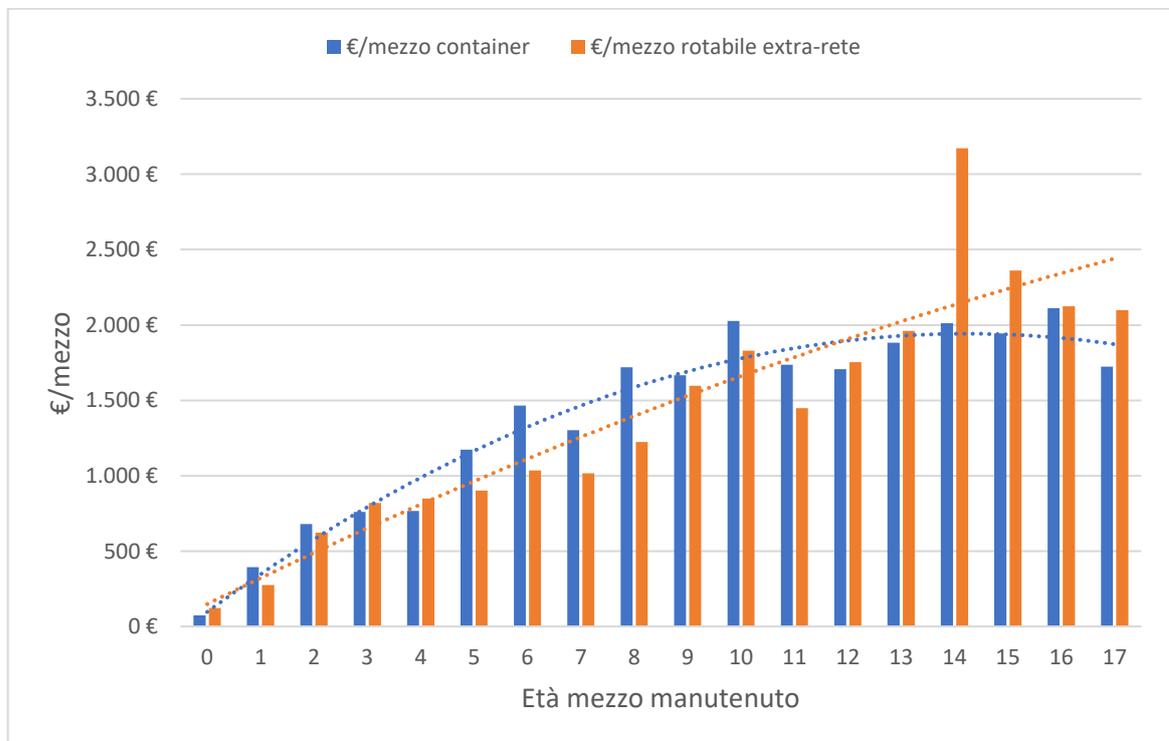


Figura 25. Confronto rotabile extra-rete e containers

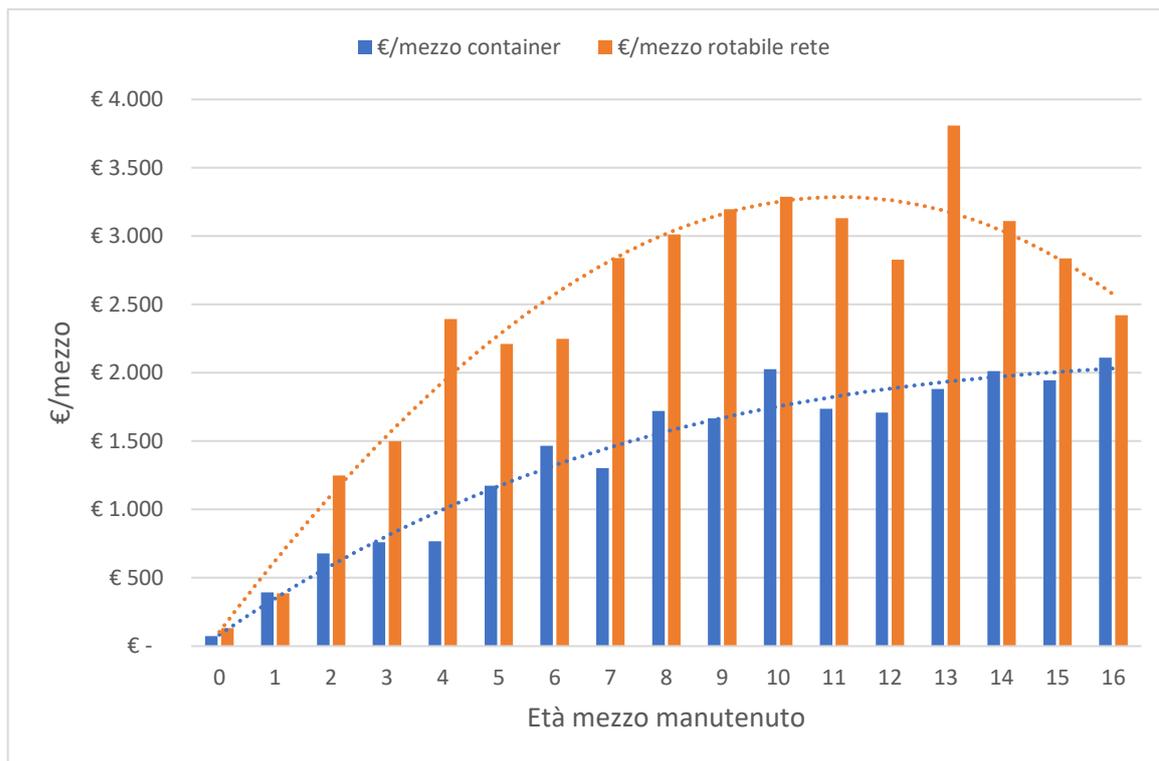


Figura 26. Confronto rotabile rete e containers

Analizzando invece il settore rete si vede come lo scostamento con il settore containers sia evidente. Anche questo era possibile preventivarlo, per via del diverso utilizzo previsto per il mezzo. È possibile osservare dal grafico una differenza media a partire dal quarto anno di vita intorno ai 1500 €/mezzo, per arrivare poi a raggiungere un picco pari a quasi 2000 €/mezzo in prossimità del tredicesimo anno di vita, che per le considerazioni viste in precedenza potrebbe essere scelto come anno di sostituzione del mezzo.

Per finire, si riporta un grafico che mette in evidenza la differenza di costo nel gruppo rotabile che si realizza mantenendo un mezzo destinato al settore rete con uno destinato al settore extra-rete.

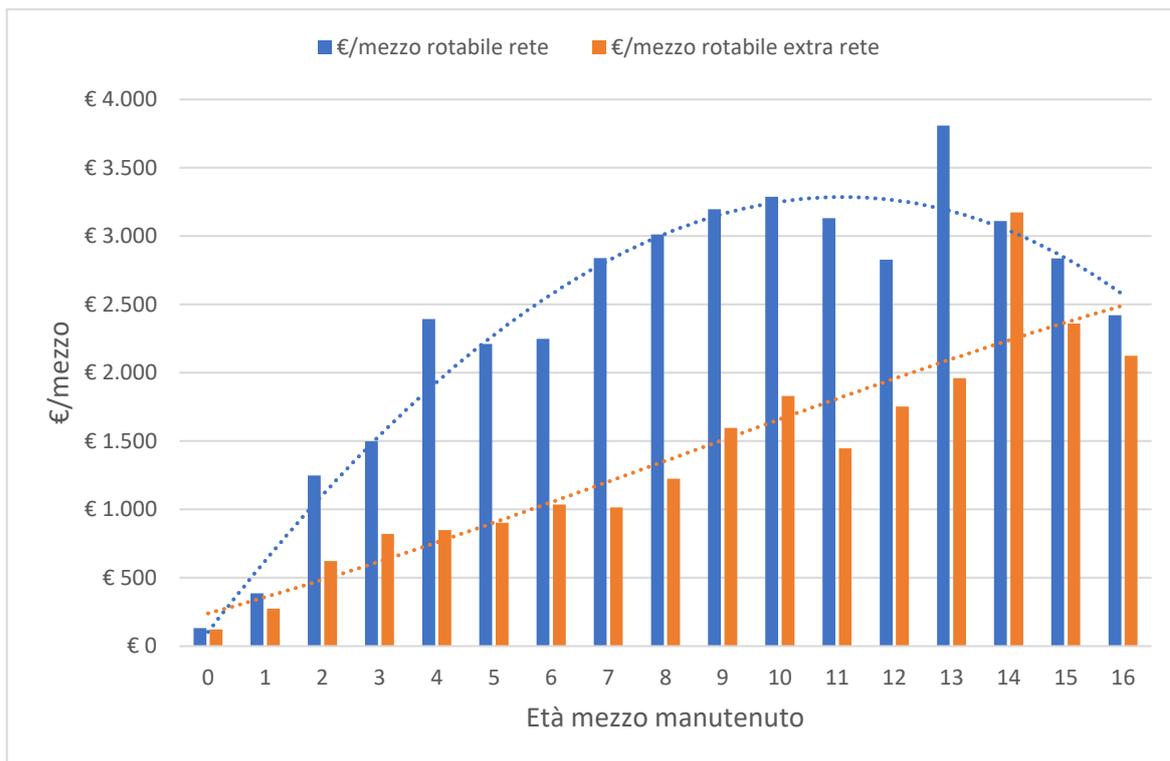


Figura 27. Confronto €/mezzo rotabile rete e extra-rete

Si può osservare come l'andamento risulti a salire per entrambi, con un picco raggiunto verso il tredicesimo o quattordicesimo anno di vita.

4.5 Cisterne volutank

Le cisterne volutank rappresentano il 14% delle cisterne attualmente a disposizione del Gruppo Gavio per il trasporto di prodotti petroliferi. A differenza delle contalidro, che spaziano tra rete ed extra-rete, esse sono prevalentemente focalizzate sul settore rete.

Inoltre, a causa del sistema di misura prettamente di tipo elettrico, che richiede specifiche lavorazioni, per questa tipologia di allestimento si è provveduto ad escludere dal gruppo del rotabile il gruppo impianto elettrico, portando le analisi avanti separatamente.

4.5.1 Costi totali

Si procede con le stesse modalità di esecuzione dell'analisi precedente.

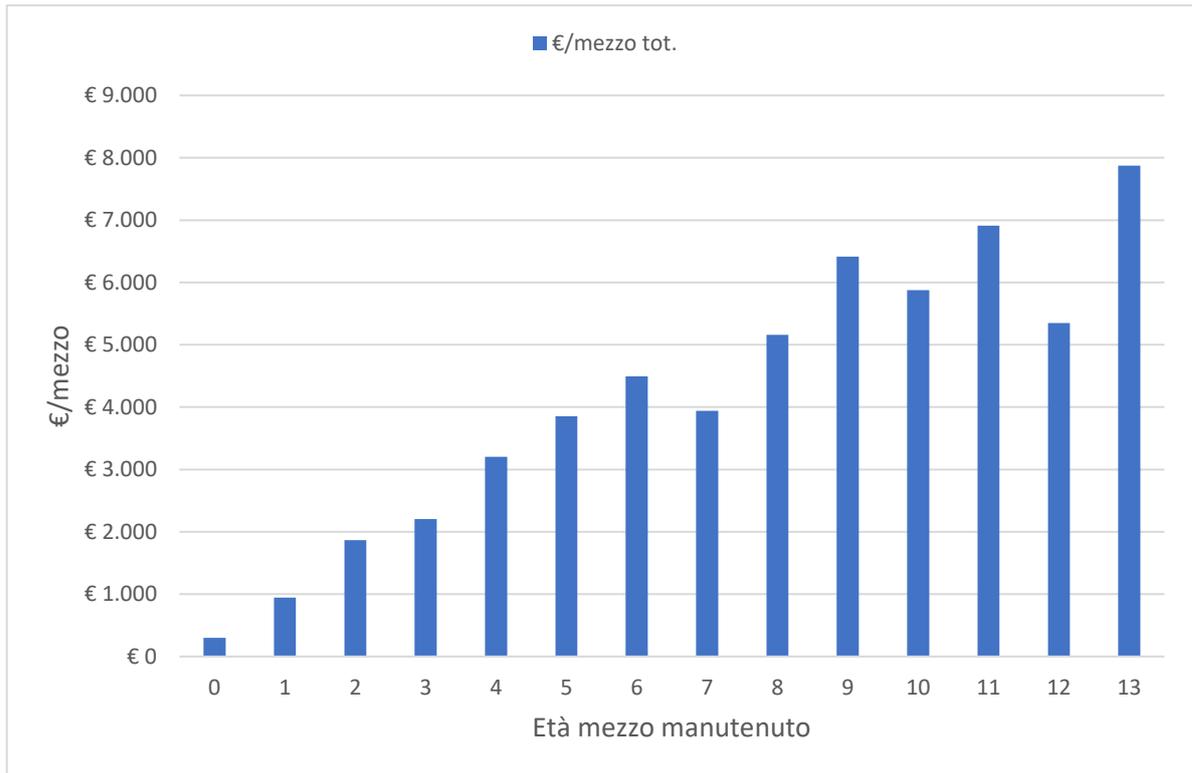


Figura 28. Analisi totale per tutto il parco mezzi

Dall'immagine illustrata si può notare che l'andamento dei costi qui assume una crescita abbastanza lineare, con un'esplosione dei costi in prossimità dell'ultimo anno a disposizione per l'analisi dei dati.

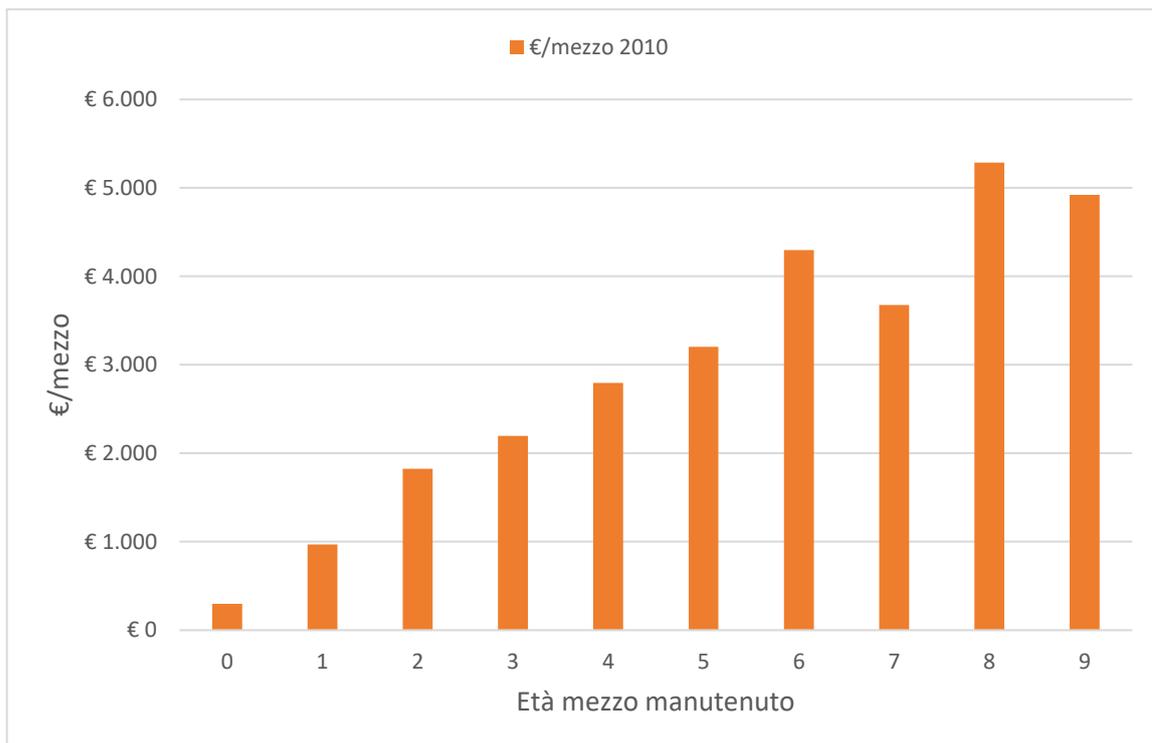


Figura 29. Analisi per i mezzi immatricolati a partire dal 2010

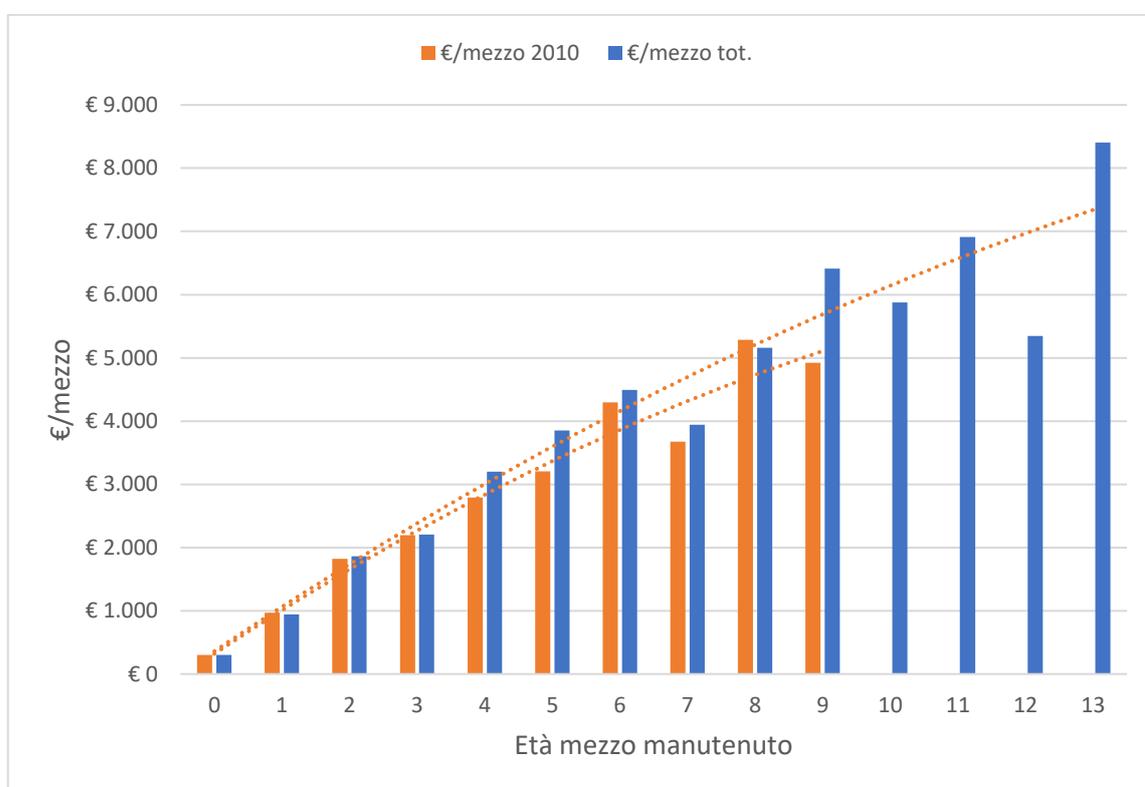


Figura 30. Sovrapposizione grafici precedenti

Come proceduto in precedenza si è andati a confrontare gli andamenti delle diverse date di immatricolazioni dei mezzi, tuttavia qui l'evoluzione è praticamente coincidente.

La spiegazione a ciò è data dal fatto che le prime cisterne volutank immatricolate dal Gruppo Gavio risalgono al 2006, e quindi i dati che è possibile elaborare da quest'analisi sono sicuramente i più attendibili.

4.5.2 Suddivisione costi per gruppi

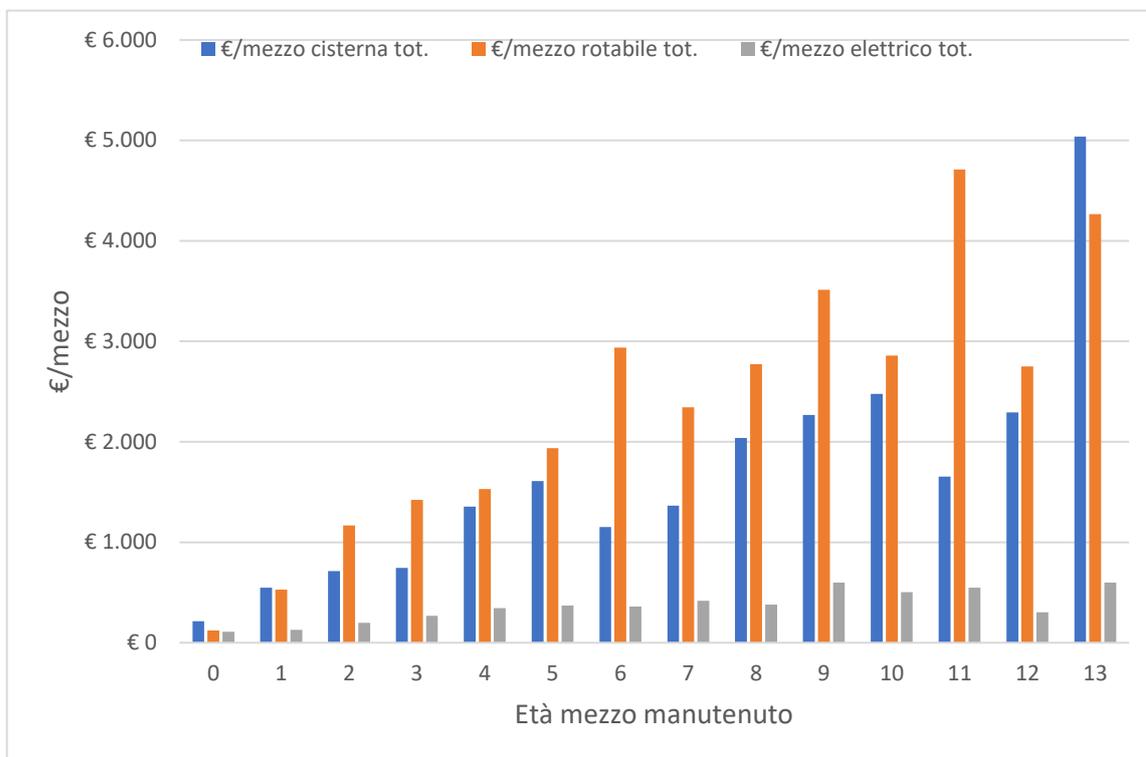


Figura 31. Gruppo cisterna, gruppo rotabile e gruppo elettrico. Andamento

Procedendo alla suddivisione per gruppi è stato possibile confermare la stessa evoluzione ottenuta con le cisterne contalitro settore rete, in cui il costo annuale del mezzo risulta essere sempre maggiore nel gruppo rotabile rispetto al gruppo cisterna.

4.5.3 Confronto con contalitro e containers

Nella figura successiva vengono riportati i risultati ottenuti analizzando il costo annuo, totale, del mezzo volutank nel rispettivo anno di vita, rispetto al mezzo contalitro, con riferimento al settore rete.

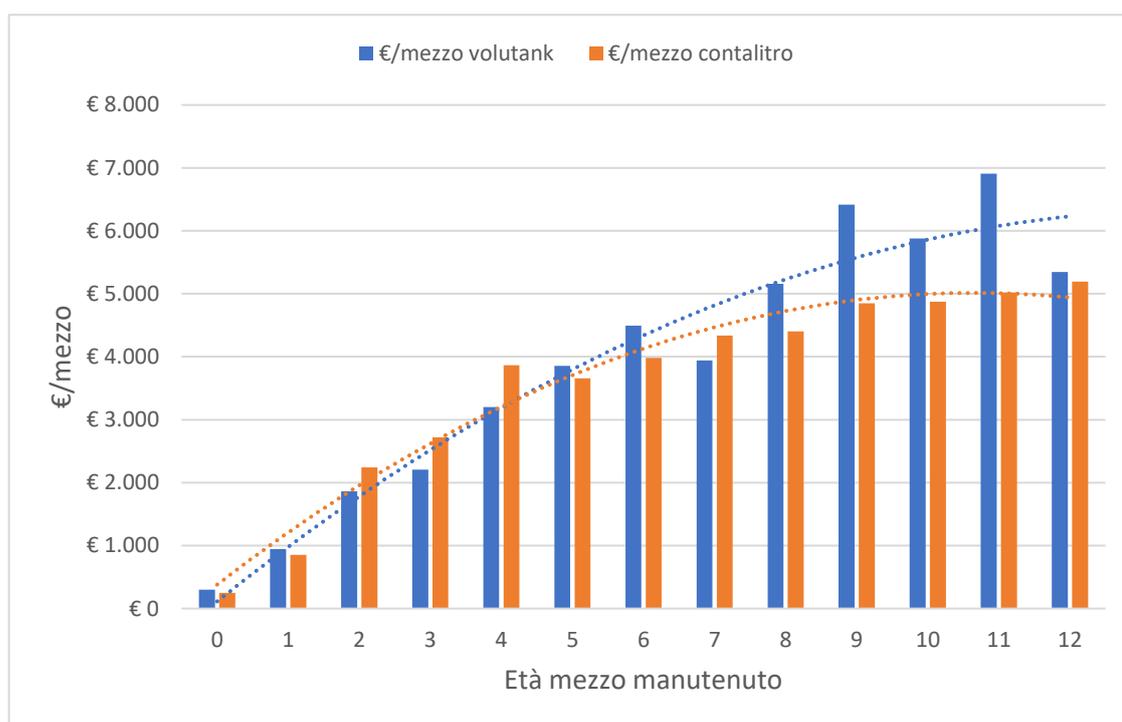


Figura 32. Confronto €/mezzo totale volutank vs contalitro

È possibile osservare come l'andamento sia molto simile, con la cisterna volutank che risulta costare di più in termini di manutenzione rispetto la contalitro a partire dall'ottavo anno di vita.

In riferimento alla sola componente rotabile invece il risultato ottenuto sembra rappresentare una crescita più o meno uguale per entrambe, ma va ricordato che nel gruppo rotabile della volutank si è andati ad escludere la parte relativa al gruppo impianto elettrico.

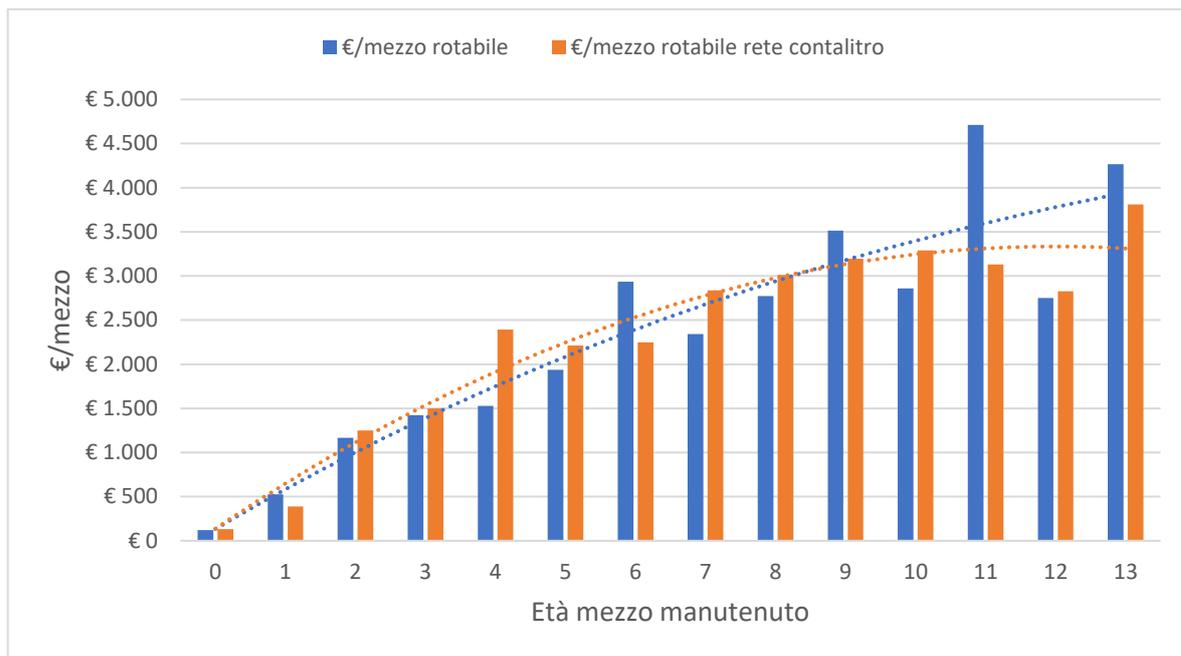


Figura 33. Confronto rotabile volutank vs rotabile contalitro

Per avere un dato maggiormente indicativo di confronto tra le due tecnologie quindi si va a confrontare l'andamento dei costi a livello di gruppo cisterna.

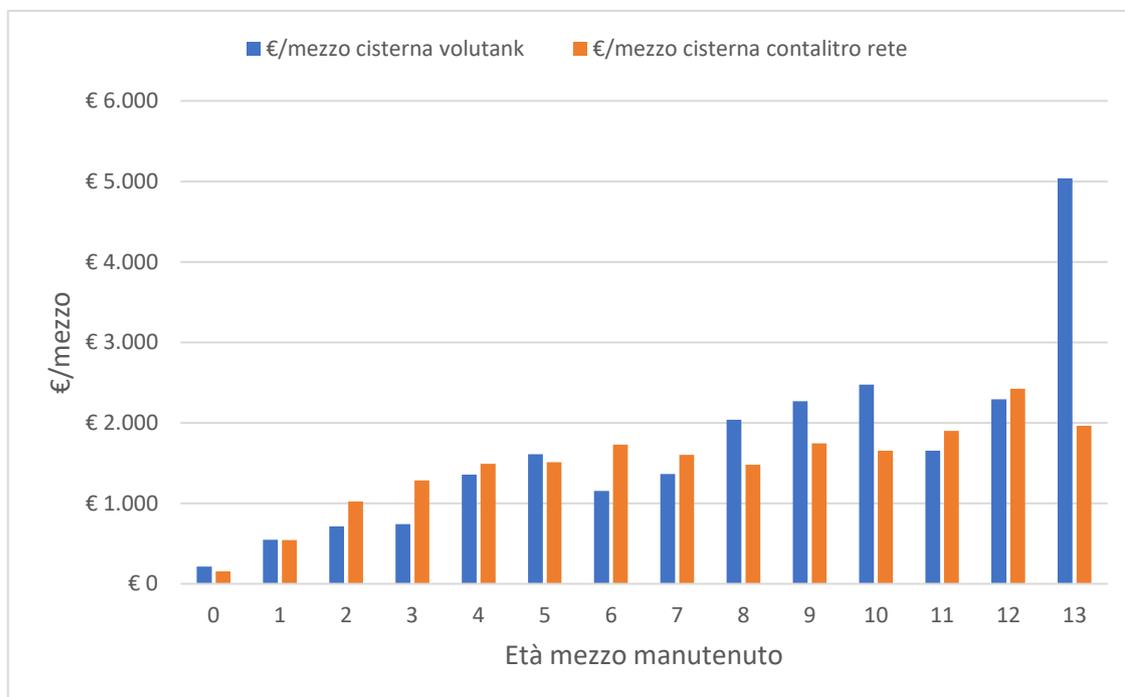


Figura 34. Confronto cisterne volutank vs cisterne contalitro

Il grafico sembrerebbe indicare che i benefici portati dalla cisterna volutank, con l'introduzione di un controllo totalmente elettrico, vadano a diminuire con il passare degli anni, fino a perdere completamente il loro vantaggio sul finire della vita utile del mezzo.

Infine, l'ultimo confronto effettuato riguarda il paragone con l'analisi effettuata sui containers. Anche qui a causa del settore di lavoro più oneroso a livello meccanico l'aumento dei costi è notevole, arrivando a raggiungere un picco importante in corrispondenza dell'undicesimo anno (quasi 2500 €, sempre tenendo esclusi i costi legati alla componente elettrica per la volutank), momento in cui probabilmente potrebbe essere sensato valutare una possibile sostituzione del mezzo in favore di un mezzo nuovo, meno dispendioso dal punto di vista manutentivo e sicuramente più avanti dal punto di vista tecnologico.

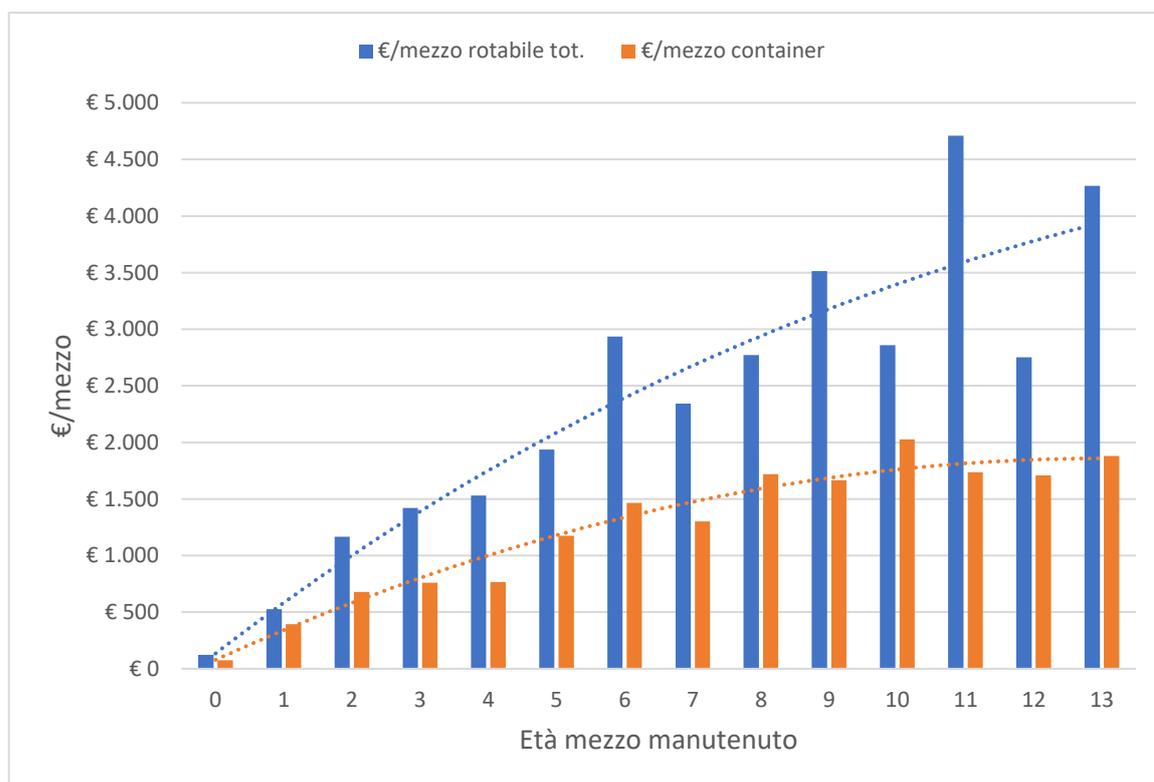


Figura 35. Confronto rotabile volutank e containers

4.6 Analisi dei risultati

Dai dati ottenuti non vi è un anno esatto che giustifichi una sostituzione del mezzo, piuttosto sembrerebbe che mantenere il veicolo a certi standard, almeno per quanto riguarda la parte del rotabile, permetta un allungamento temporale della sua “vita” «in continuata». Infatti, nonostante i costi aumentino nel tempo, non risulta esserci un vero e proprio picco di manutenzione, quanto piuttosto una crescita graduale degli stessi.

Chiaramente allungare infinitamente la vita del veicolo non è realizzabile, perché questo comporterebbe un aumento generale dei costi. Focalizzandoci sul gruppo carro si può pensare, ad esempio, ad una manifestazione di crepe sul telaio, presenza di rotture, etc. le quali per essere riparate richiedono operazioni di saldature che portano comunque ad una degradazione delle proprietà del veicolo.

Possiamo concludere perciò che la sostituzione dei mezzi qui analizzati è legata non tanto ad un fattore di manutenibilità, in quanto non si nota un decadimento apprezzabile delle prestazioni meccaniche del veicolo, ma si deve legare più ad un fattore di accordi commerciali con i clienti, i quali dettano le regole sulla sostituzione. Nel campo petrolifero, analizzato in questo lavoro di tesi, a 15 anni la macchina viene considerata non più idonea a svolgere le lavorazioni e perciò deve essere sostituita.

Infine, vale la pena osservare come l’andamento del gruppo cisterna per le volutank presenti un picco evidente nell’ultimo anno analizzato. Questo potrebbe giustificare una sostituzione precedente del mezzo e/o una scelta diversa in fase di investimento a vantaggio di una cisterna contalitro.

Tuttavia, questo dato si riferisce ad un solo mezzo, l’unico immatricolato nel 2006. Conviene perciò tenere presente questo dato e monitorarlo gli anni successivi, eventualmente andando ad approfondire ulteriormente l’analisi per capire se si è trattato di un caso sporadico o meno.

5 Valutazione manutenzione programmata

Come già accennato all'inizio del quarto capitolo, dal 2017 è stata istituita in azienda una specifica attività di politica manutentiva, relativa esclusivamente alla componente rotabile, organizzata nel seguente modo:

- primi due anni di vita: esecuzione della sola manutenzione a guasto, considerando il fatto che il veicolo è ancora in garanzia
- tra i tre e i dodici anni: esecuzione della sola manutenzione programmata come da istruzione operativa
- dopo dodicesimo anno di vita: esecuzione della sola manutenzione programmata leggera fino all'alienazione del mezzo

L'obiettivo di questo capitolo è quello di analizzarne l'andamento per valutare se il campione di macchine su cui si è partiti con il programma presenta una riduzione del trend dei costi di manutenzione negli anni successivi, rispetto ai pari età con cui si è continuato ad effettuare una manutenzione correttiva a guasto.

È da specificare che le macchine qui analizzate sono esclusivamente le macchine che hanno iniziato la manutenzione programmata nel 2017, in quanto più significative essendo maggiore il tempo di osservazione del fenomeno. Inoltre, va sottolineato che il programma è stato effettuato su un campione ridotto di macchine, pari a circa il 20% del totale.

I calcoli sono stati effettuati considerando la somma degli euro mezzo nei tre anni di applicazione del programma, andando ad effettuare una distinzione in base all'età iniziale del mezzo mantenuto.

Inoltre, i mezzi appartenenti al programma sono presentati secondo due diverse curve, ottenute inglobando o meno nel computo totale i costi precedenti alla data di attuazione del programma sostenuti nello stesso anno.

5.1 Cisterna contalitro

Per le cisterne contalitro, si analizza esclusivamente il settore rete (medesimo settore che sarà analizzato per le cisterne volutank), in quanto il campione di macchine aderenti al programma per il settore extra rete risulta essere troppo esiguo.

Nelle figure sottostanti vengono riportati i risultati ottenuti.

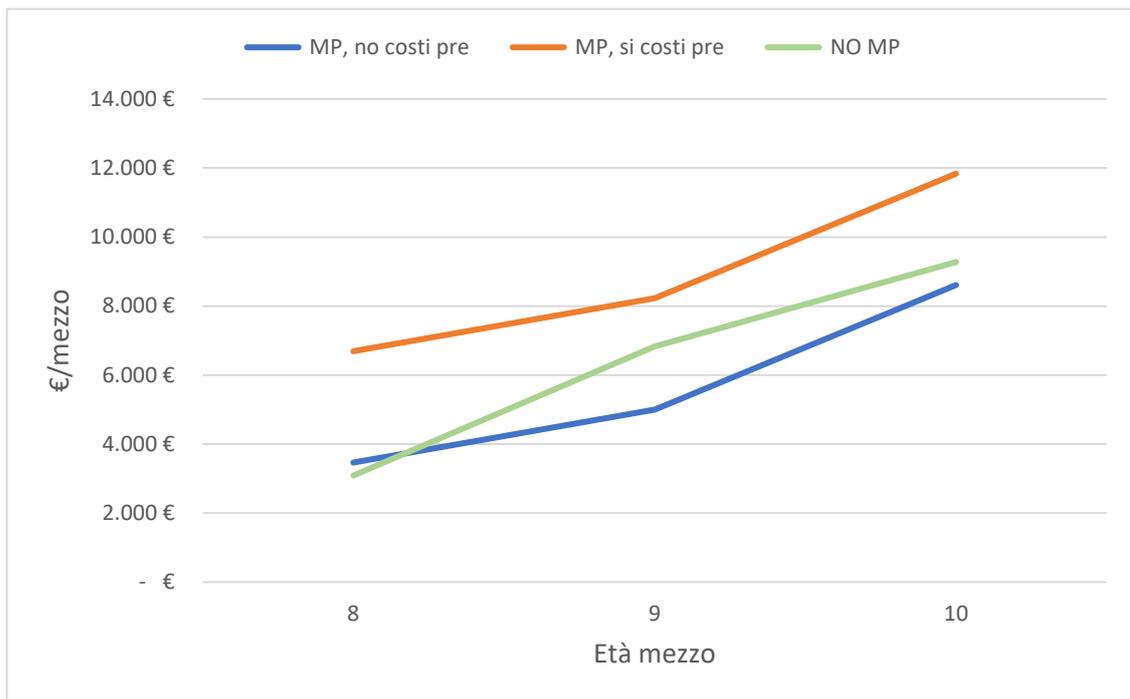


Figura 36. Contalitro, confronto MP. Mezzi di età iniziale pari a 8 anni

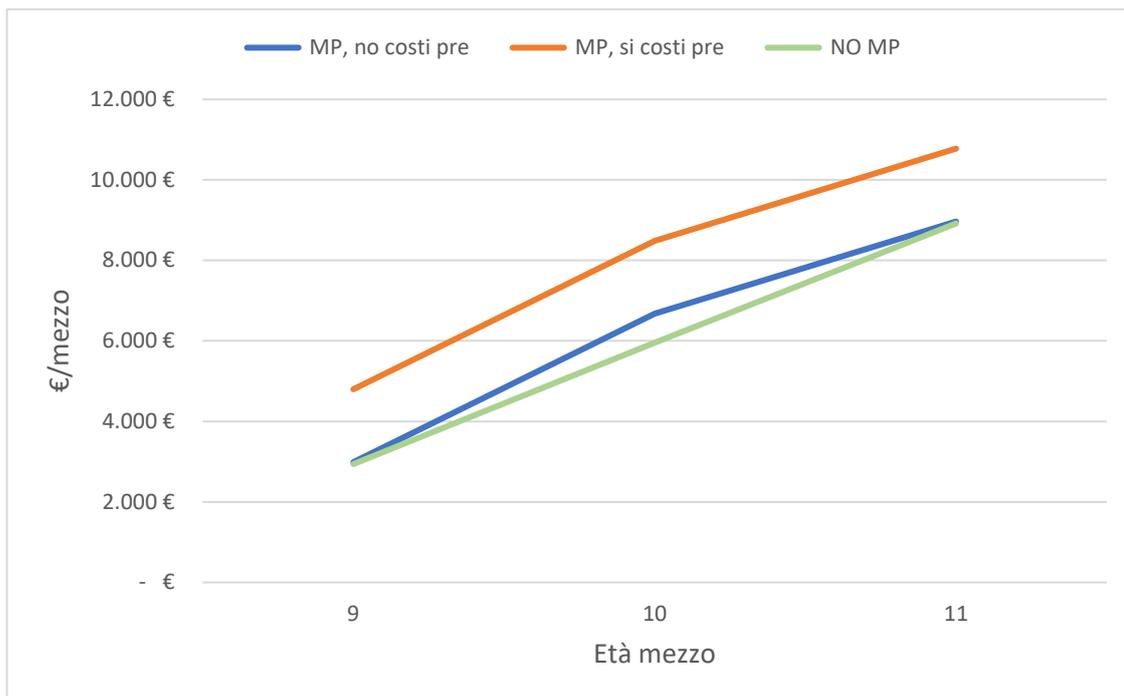


Figura 37. Contalidro, confronto MP. Mezzi di età iniziale pari a 9 anni

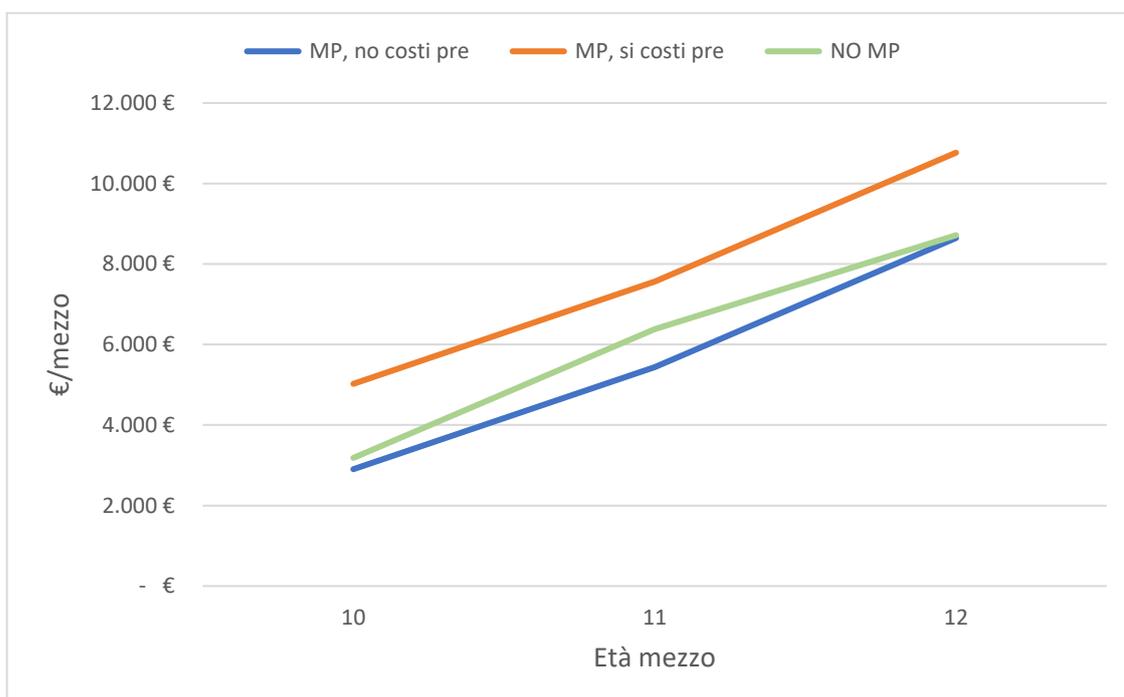


Figura 38. Contalidro, confronto MP. Mezzi di età iniziale pari a 10 anni

Trascurando i costi precedenti alla data d'inizio del programma di manutenzione (se sostenuti nello stesso anno di vita) è possibile notare come ci sia effettivamente un vantaggio nell'applicazione del programma, almeno per i mezzi più giovani.

Tuttavia, ciò non è completamente corretto, perché è sì vero che il programma parte con una sorta di una sterilizzazione, ma in precedenza potrebbero essere state effettuate delle lavorazioni che poi effettivamente non sono state ripetute nel momento di check iniziale dell'attività, portando di fatto a dei benefici di difficile quantificazione che al momento dello svolgimento di questa analisi sbilancerebbero il confronto a favore dei mezzi mantenuti a guasto.

Per il livello di dettaglio attuale, inoltre, si può notare come vi sia un diverso andamento dei costi. Per le macchine sottoposte a manutenzione ciclica l'andamento riporta un importante abbattimento dei costi l'anno successivo, per poi presentare un rapido incremento a distanza di due anni. Viceversa, le macchine sottoposte a manutenzione a guasto presentano un andamento più stabile del costo manutentivo, con un tasso di crescita graduale.

Un'altra considerazione che è possibile fare è che per le macchine più anziane il confronto mette in evidenza come non ci sia un miglioramento effettivo. Al momento, essendo troppo breve il periodo di osservazione, è possibile osservare come gli investimenti portati dall'introduzione della manutenzione programmata non siano stati ancora completamente recuperati.

5.2 Cisterna volutank

Allo stesso modo, possono essere fatte analoghe considerazioni per questa tipologia di allestimento.

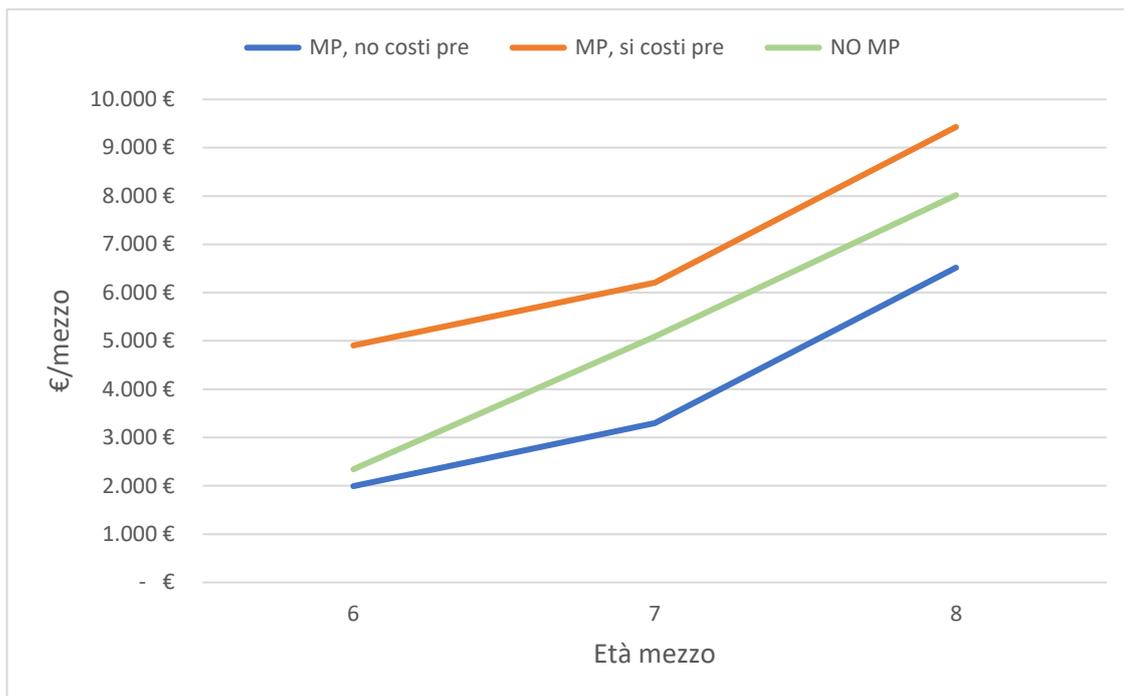


Figura 39. Volutank, confronto MP. Mezzi di età iniziale pari a 6 anni

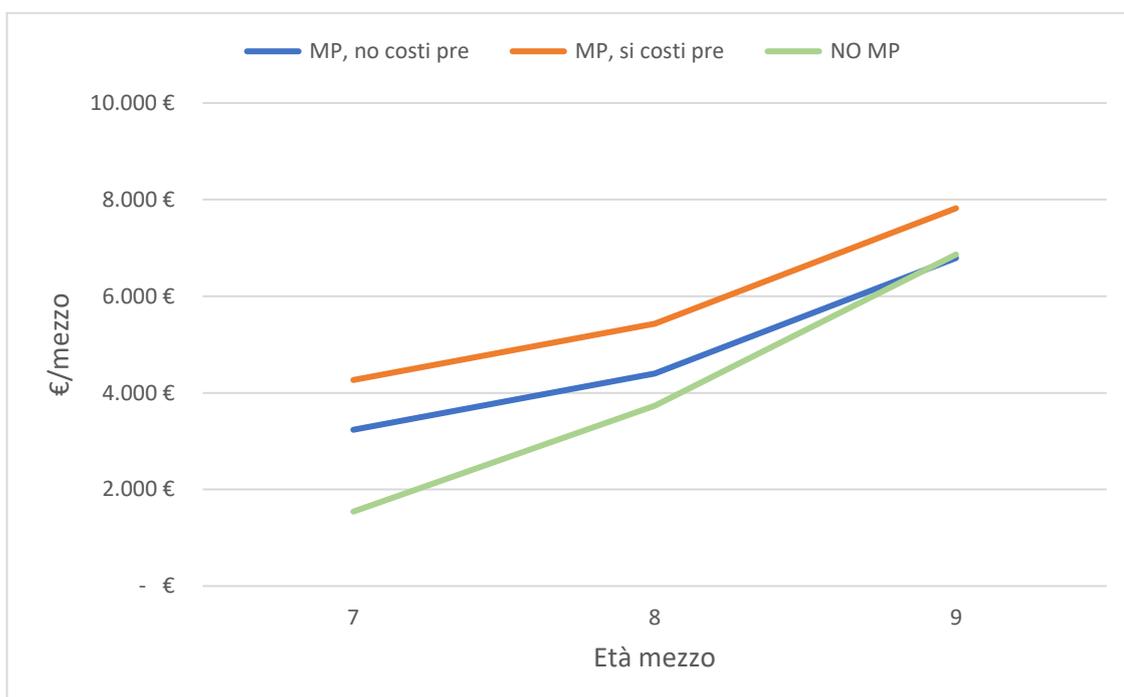


Figura 40. Volutank, confronto MP. Mezzi di età iniziale pari a 7 anni

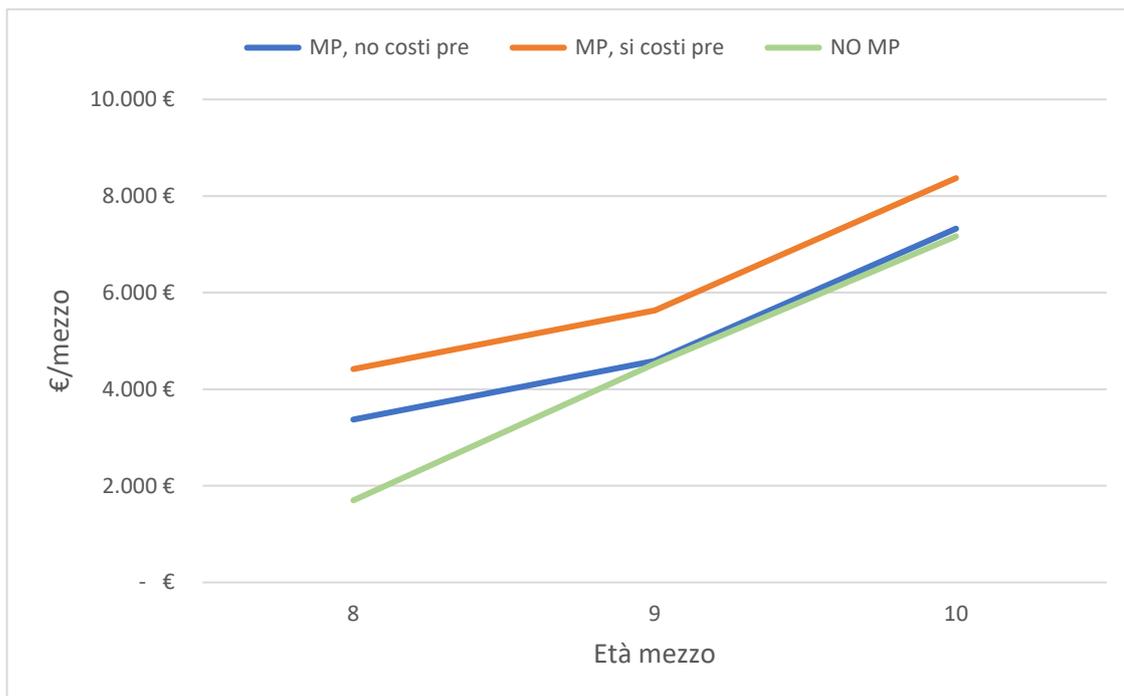


Figura 41. Volutank, confronto MP. Mezzi di età iniziale pari a 8 anni

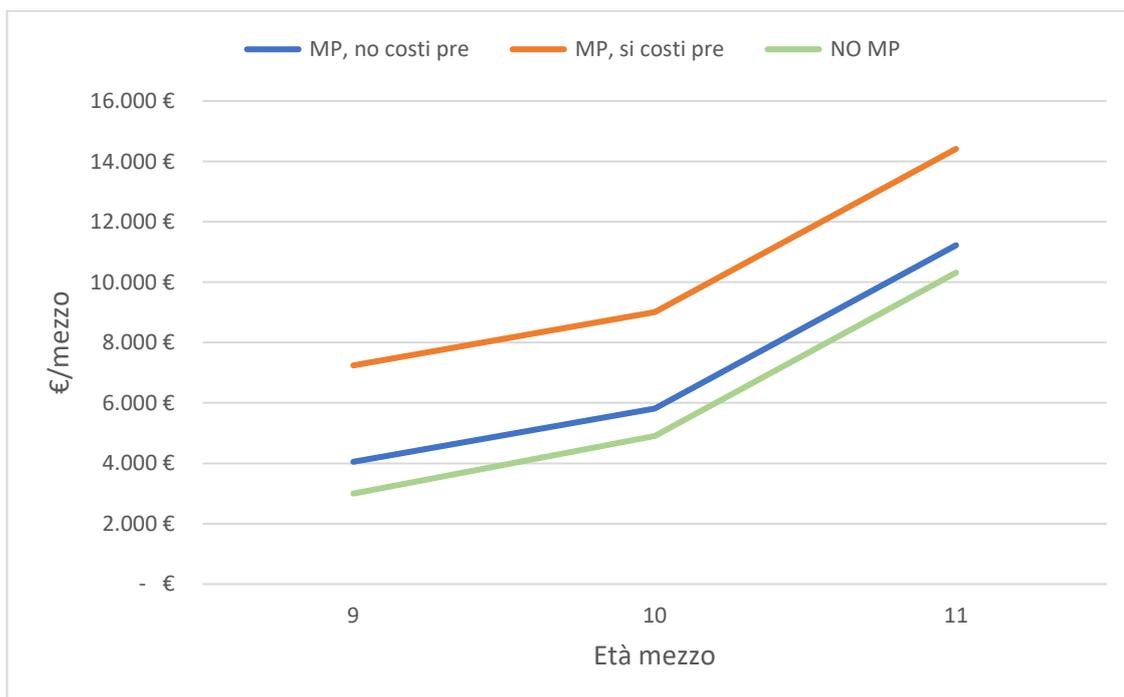


Figura 42. Volutank, confronto MP. Mezzi di età iniziale pari a 9 anni

Volendo fare un paragone tra le due differenti tipologie di trasporto, gli unici dati che è possibile confrontare riguardano le macchine che hanno iniziato il programma al loro ottavo e nono anno di vita.

Anche qui i dati sembrano confermare l'andamento del parco mezzi totale, secondo cui a partire dal nono anno di vita del semirimorchio le cisterne volutank vengono a costare di più in termini di manutenzione rispetto alle cisterne contalidro, cosa che invece accade in maniera completamente opposta per i mezzi fino all'ottavo anno di età.

5.3 Considerazioni

I risultati dell'analisi mostrano come sia prematuro effettuare delle grosse modifiche al programma, essendo il periodo di osservazione limitato.

Tuttavia, il dato che appare indiscutibile riguarda l'anno di inizio del programma rispetto l'età del mezzo. Sembra infatti che a partire da semirimorchi con più di 9 anni di età i benefici portati dall'introduzione del programma non siano sufficienti a registrare un effettivo vantaggio, a livello di costi manutentivi, sul veicolo. A tal proposito risulterebbe perciò interessante andare a valutare l'applicazione del programma su mezzi più recenti, cosa che sarà possibile fare a partire dal prossimo anno quando sarà possibile valutare gli effetti della politica manutentiva su mezzi più giovani (da 4 anni di età in su) che hanno iniziato la manutenzione programmata nel 2018.

6 Analisi MAGEC

La MAGEC è una metodologia di studio affidabilistico sviluppatasi in Italia per la progettazione di un piano di manutenzione.

Essa trova le sue origini nel metodo FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) introdotto alla Nasa nell'ambito del programma lunare Apollo ed evolutasi successivamente in FMECA (Failure Modes, Effects and Criticality Analysis).

È possibile suddividere la metodologia MAGEC in 4 fasi distinte:

1. il sistema analizzato viene scomposto in sotto assiemi secondo 3 livelli, l'ultimo dei quali contiene i componenti elementari critici;
2. per ogni insieme e/o componente, si evidenziano e quantificano i possibili modi di guasto, la loro frequenza e durata, gli effetti sulla quantità e qualità del prodotto. Viene attribuito ad ogni componente esaminato un indice di criticità del guasto;
3. individuazione dei modi, delle cause e degli effetti di guasto per i modi di guasto più critici;
4. pianificazione delle azioni correttive e migliorative che possono essere definite a valle dell'analisi.

Prima di procedere con l'analisi risulta necessario definire la terminologia più comune che verrà utilizzata nel seguito. Le norme UNI EN 13306 e MIL-STD-1629(A) definiscono:

- guasto: cessazione dell'attitudine di un'entità ad eseguire la funzione richiesta. In conseguenza al guasto perciò l'entità è inabilita a svolgere la funzione per cui è stata progettata;
- modo di guasto: descrive il modo in cui si manifesta il guasto in un'entità e il suo impatto sul sistema. I modi di guasto possono appartenere a tre diverse categorie generali:
 - guasto totale, porta ad una avaria completa
 - guasto parziale, determina un'avaria parziale
 - guasto intermittente, determina un'avaria intermittente completa o parziale;

- meccanismi di guasto: sono i fenomeni naturali di degrado del funzionamento di un'entità che, perdurando nel tempo, possono portare al guasto della stessa. Possono essere classificati in tre categorie:
 - processo fisico di carico meccanico
 - processo fisico di carico termico
 - processo fisico/chimico di invecchiamento;
- causa di guasto: è l'origine determinante che spiega il guasto, cioè la circostanza che porta al guasto di un'entità. Può essere dovuta a:
 - una non adeguata progettazione, fabbricazione, installazione
 - usura
 - uso improprio
 - errata manutenzione;
- effetto di guasto: conseguenze che il degrado di funzionamento di un'entità ha sull'utente o sull'ambiente che lo circonda.

6.1 Scomposizione sistema

Fin ora si è andati ad analizzare l'andamento dei costi, confrontandolo tra due macro-gruppi: il gruppo cisterna ed il gruppo rotabile.

Il passo successivo adesso è quello di scendere maggiormente nel dettaglio dei gruppi per poter analizzare le parti più critiche. All'interno del gruppo rotabile sono stati considerati vari sottogruppi: gruppo carro, gruppo carrozzeria, gruppo motore, gruppo impianto frenante, gruppo impianto elettrico, gruppo trasmissione e gruppo sterzo.

Si passa quindi a scomporre il bene in esame, rappresentato dal semirimorchio, in parti funzionali, insieme e componenti, come è possibile vedere dalle successive tabelle.

| II livello | III livello | IV livello |
|-----------------|--------------------|--|
| Gruppo Cisterna | | |
| | Cisterna | |
| | | AMMORTIZZATORE CASSETTONE BOCCAPORTO SCARICO POSTERIORE ALIMENTARI CASSETTONE CHIUSURE/CERNIERE CASSETTONE CISTERNA ALIMENTARI CISTERNA PETROLIFERO CONTALITRI COPERCHIO CORRIMANO ELETTROVALVOLA GUARNIZIONI CISTERNA IMPIANTO PNEUMATICO CISTERNA MANODOPERA CISTERNA MATERIALI DI CONSUMO CISTERNA PASSERELLA PASSO D'UOMO PEDANE PINZA MESSA A TERRA PIOMBI POMPA SCARICO CARBUR. POMPA SCARICO LIQUIDI ALIMENTARI PORTELLONE PRESA 10 POLI PRESSOSTATO RACCORDO ARIA RIDUTTORE PRESSIONE RIVERNICIATURA CISTERNA SCALETTA SENSORE VALVOLA SOVRAPRESSIONE VALVOLA A SFERA VALVOLA DI NON RITORNO VALVOLA PRESET VALVOLE 5 EFFETTI VALVOLE SCARICO LIQUIDI ALIMENTARI |
| | Dotazioni cisterna | |
| | | ASTA METRICA MATERIALI DI CONSUMO DOTAZIONI CISTERNA TUBAZIONI CICLO TUBAZIONI SCARICO ALIMENTARE |

| | |
|-----------------------|---|
| | TUBAZIONI SCARICO CARBURANTE TUBO SCARICO BITUME |
| Gruppo scarico | |
| | BULLONE DI MASSA CENTRALINA RADICCHI DIPSTICK ENCODER BENZINA ENCODER GASOLIO INCLINOMETRO INDICATORE DI PRODOTTO INTERLOCK MATERIALI DI CONSUMO SCARICO CISTERNA MONITOR NASTRO STAMPANTE RACCORDI ALIMENTARE RACCORDI CARBURANTE ROTORE BENZINA ROTORE GASOLIO RUBINETTO A SFERA SCHEDE TESTATA SCULLY SENSORI DI VUOTO SONDA SONDA INFERIORE SONDA SUPERIORE STAMPANTE TESTATA CONTALITRI ELETTRONICA TESTATA CONTALITRI MECCANICA TUBO IDRAULICO POMPA SCARICO VALVOLA DEVIATRICE VALVOLA ROMPIVUOTO VALVOLA SELETRICE VALVOLE CICLO VALVOLE FONDO VALVOLE SCARICO PETROLIFERO |

Tabella 1. Gruppo cisterna, scomposizione sistema

| II livello | III livello | IV livello |
|--------------|----------------------------|---|
| Gruppo Carro | | |
| | Gruppo Assale/Balestre | |
| | | AMMORTIZZATORE IDRAULICO ASSALE BALESTRA BILANCERE BLOCCAGGIO CARRELLO - ASSALE STERZANTE CAVALLOTTI BLOCCAGGIO BALESTRA CUSCINETTI MOZZO KIT PERNO FUSO - ASSALE STERZANTE MANODOPERA ASSALE MANODOPERA BALESTRE MATERIALI DI CONSUMO ASSALE/BALESTRE MOZZO OLIO MOZZI PERNO BALESTRA PERNO FUSO - ASSALE STERZANTE PITONE BALESTRA SILENTBLOCK SOSPENSIONE SUPPORTO |
| | Gruppo Impianto Pneumatico | |
| | | ESSICCATORE COMPLETO FILTRO ESSICCATORE GIUNZIONI ARIA IMPIANTO PNEUMATICO ASSALI/FRENI MANODOPERA IMPIANTO PNEUM. ASSALI/FRENI MATERIALI DI CONSUMO VARI RACCORDERIA SERBATOIO ARIA TORPRESS TORPRESS SOLLEV. CARRELLO TUBAZIONI ARIA VALVOLA ALZACARRELLO VALVOLA ARIA A 3 VIE VALVOLA LIVELLATRICE |
| | Gruppo Ralla | |
| | | FUNGO MANODOPERA GRUPPO RALLA MATERIALI DI CONSUMO RALLA RALLA TAMPONI |

| Gruppo Telaio/Attrezzature | |
|----------------------------|--|
| | ACCIAO BOMBOLA ACETILENE BOMBOLA OSSIGENO BOMBOLA SALDATRICE CASSA BIETOLE CASSA POMODORI CASSETTO ESTINTORI CILINDRO IDRAULICO RIBALTABILE CILINDRO IDRAULICO SOLLEVAMENTO STORK COMPRESSORE PER LIQUIDI COMPRESSORE PER SFUSI GAMBE D'APPOGGIO-MODUL GANCIO TRAINO/CAMPANA GENERATORE FRIGO IMP.IDR. POMPA/PISTONE RIB. ALLESTIMENTO IMPIANTO IDRAULICO CARICO-SCARICO LAMIERA ALLUMINIO MANODOPERA TELAIO / ATTREZZATUR MATERIALI DI CONSUMO VARI BULLONERIA MOTORE AUSILIARIO MOTORE ELETTRICO IMP. RIBALTABILE OLIO IDRAULICO PARACICLI PARTE TELESCOPICA TELAIO PERNO ANCORAGGIO PIANO MOBILE POMPA IDRAULICA RIBALTABILE PORTELLONE CASSONE RIBALTABILE SERBATOIO IDRAULICO IMP. RIBALTABILE SPESE ATTREZZATURE 2009-2013 SUPPORTO RUOTA SCORTA TELAIO TELONE TELONE BIETOLE TELONE POMODORI TIMONE TRAVERSA POSTERIORE TWIST VERNICIATURA FONDO CASSA POMODORI |

Tabella 2. Gruppo carro, scomposizione sistema

| II livello | III livello | IV livello |
|--------------------------|-------------------|--|
| Gruppo Impianto Frenante | | |
| | Gruppo Freni | |
| | | CEPPI FRENO CILINDRO FRENI DISCO FRENO FRENI KIT PASTIGLIE KIT RIPARAZIONE PINZA FRENI LEVA COMANDO CEPPI FRENO MANODOPERA GRUPPO FRENI MATERIALI DI CONSUMO FRENI PINZA FRENI REGISTRI FRENI ROTOCAMERA RUOTA FONICA SENSORE USURA PASTIGLIE TAMBURO FRENO |
| | Impianto Frenante | |
| | | ABS-EBS ANTIRIBALTAMENTO CENTRALINA ABS-EBS CORRETTORE DI FRENATA DIAGNOSTICA IMPIANTO FRENI FRENO A MANO IMPIANTO FRENI MANETTINO FRENO A MANO MANODOPERA IMPIANTO FRENANTE MATERIALI DI CONSUMO IMPIANTO FRENANTE OLIO FRENI PRESA 7 POLI ABS/EBS SENSORE ABS VALVOLA FRENI VALVOLA MODULATRICE ABS VALVOLA SFRENANTE |

Tabella 3. Gruppo impianto frenante, scomposizione sistema

| II livello | III livello | IV livello |
|---------------------------|--------------------|--|
| Gruppo Impianto elettrico | | |
| | Impianto elettrico | |
| | | ALTERNATORE AVVISATORE ACUSTICO RETROMARCIA BATTERIA TAMPONE BATTERIE BLOCCHETTO AVVIAMENTO CAVO ABS CENTRALINA FANALE POSTERIORE FANALERIA FANALINO ANTERIORE FANALINO LATERALE FARO ANTERIORE FENDINEBBIA FRECCIA FUSIBILI IMPIANTO ELETTRICO LAMPADINE LUCE D'INGOMBRO MANODOPERA IMPIANTO ELETTRICO MASSA STRISCIANTE MATERIALI DI CONSUMI VARI ELETTRICO MODULATORE MOTORINO ALZACRISTALLI MOTORINO AVVIAMENTO PRESA 7 POLI LUCI PRESA MULETTO 24V PULSANTE DI EMERGENZA SATELLITARI PULSANTIERA RELAY MOTORINO ELETTRICO RISCALDAMENTO ROTOZECA SPINA SPIRALE 15 POLI SPIRALE EBS STACCABATTERIE TRASDUTTORE TRASFORMATORE |

Tabella 4. Gruppo impianto elettrico, scomposizione sistema

| II livello | III livello | IV livello |
|---------------|-----------------------|---|
| Gruppo Motore | | |
| | Gruppo Alimentazione | |
| | | FILTRO GASOLIO IMPIANTO ALIMENTAZIONE INIETTORI MANODOPERA ALIMENTAZIONE MATERIALI DI CONSUMO ALIMENTAZIONE POMPA INIEZIONE POMPETTA GASOLIO PREFILTRO GASOLIO SERBATOIO GASOLIO TAPPO SERBATOIO GASOLIO |
| | Gruppo Motore Diesel | |
| | | CINGHIA TRAPEZOIDALE CINGHIE COMPRESSORE FILTRO ABITACOLO FILTRO ARIA ESTERNO FILTRO ARIA INTERNO FILTRO OLIO MOTORE GRU INTERCOOLER MANODOPERA MOTORE MANUTENZIONE PERIODICA MARMITTA MATERIALI DI CONSUMO MOTORE MOTORE MOTORE TAGLIANDO OLIO MOTORE PARASCINTILLE PULEGGE SFIATO MOTORE SPIA MARMITTA TESTATA TURBO COMPRESSORE VALVOLA EGR VALVOLA FRENO MOTORE VALVOLE VENDITA DDT LUBRIFICANTE VOLANO |
| | Gruppo Raffreddamento | |

| | |
|------------------|---|
| | ANTIGELO-PARAFLU COPERCHIO VASCHETTA LIQ. RAFFREDDAMENTO FILTRO ACQUA LIQUIDO RAFFREDDAMENTO MANICOTTI MANODOPERA RAFFREDDAMENTO MATERIALI DI CONSUMO RAFFREDDAMENTO MOZZO VENTOLA POMPA ACQUA RADIATORE SCAMBIATORE DI CALORE SENSORE TEMPERATURA MOTORE SPESE IMPIANTO RAFFREDDAMENTO 2009-2013 THERMOSTATO VASCHETTA LIQUIDO RAFFREDDAMENTO VENTOLA |
| Impianto Ad Blue | |
| | AD BLUE CENTRALINA AD BLUE IMPIANTO AD BLUE MATERIALI DI CONSUMO AD BLUE POMPETTA AD BLUE |

Tabella 5. Gruppo motore, scomposizione sistema

| II livello | III livello | IV livello |
|---------------------|----------------------|---|
| Gruppo Trasmissione | | |
| | Alberi Trasmissione | |
| | | ALBERO TRASMISSIONE CROCERA GIUNTO MANODOPERA TRASMISSIONE MATERIALI DI CONSUMO ALBERI DI TRASM. PARAOLIO |
| | Gruppo cambio | |
| | | CAMBIO CAMBIO TAGLIANDO FILTRO CAMBIO GRUPPO COMANDO CAMBIO MANODOPERA CAMBIO MATERIALI DI CONSUMO CAMBIO OLIO CAMBIO OLIO RETARDER PRESA DI FORZA RETARDER SCAMBIATORE SENSORE DI SPOSTAMENTO |
| | Gruppo differenziale | |
| | | ASTA A V BARRA STABILIZZATRICE POSTERIORE DIFFERENZIALE TAGLIANDO FILTRO OLIO DIFFERENZIALE GRUPPO DIFFERENZIALE MANODOPERA DIFFERENZIALE MATERIALI DI CONSUMO DIFFERENZIALE OLIO DIFFERENZIALE PARAOLI |
| | Gruppo Frizione | |
| | | FRIZIONE MANODOPERA FRIZIONE MATERIALI DI CONSUMO FRIZIONE OLIO FRIZIONE SERVOFRIZIONE |

Tabella 6. Gruppo trasmissione, scomposizione sistema

| II livello | III livello | IV livello |
|--------------------|-------------|--|
| Gruppo carrozzeria | | |
| | Carrozzeria | |
| | | ADESIVI ARIA CONDIZIONATA CABINA CARTELLI CASSETTA PORTA ATTREZZI FILTRO ANTIPOLLINE LAVAVETRI MANIGLIA PORTIERA MANODOPERA CARROZZERIA MANOMETRO MATERIALE DI CONSUMO VARI CARROZZERIA PARABREZZA ANTERIORE PARAFANGHI PARASPRUZZI POSTERIORE PARAURTI PEDALE ACCELERATORE PEDALE FRENI PEDANA DI SALITA PLASTICHE PORTIERA SEDILE SERRATURA SISTEMA RIBALTAMENTO CABINA SPECCHIO RETROVISORE SPESE CARROZZERIA 2009-2013 SUPPORTI CABINA TERGICRISTALLI TROMBE VETRI VOLANTE WEBASTO |

Tabella 7. Gruppo carrozzeria, scomposizione sistema

| II livello | III livello | IV livello |
|---------------|-------------|--|
| Gruppo Sterzo | | |
| | Sterzo | |
| | | BARRA ACCOPPIAMENTO BARRA LONGITUDINALE FILTRO STERZO LINEA IDRAULICA STERZO MANODOPERA GRUPPO STERZO MATERIALI DI CONSUMO STERZO OLIO IDROGUIDA PIANTONE STERZO POMPA IDROGUIDA STERZO TESTINE STERZO TRAPEZIO |

Tabella 8. Gruppo sterzo, scomposizione sistema

Da un'analisi ulteriore è stato possibile verificare come i gruppi più gravosi in termini di costi manutentivi siano rappresentati dal gruppo cisterna (per cui valgono le considerazioni fatte nei capitoli precedenti), dal gruppo frenante, dal gruppo carro e dal gruppo impianto elettrico.

Per il gruppo frenante è stato possibile osservare, su di un biennio, una crescita graduale. Questo perché, data la media chilometrica percorsa, le lavorazioni che vengono effettuate a livello di impianto frenante risultano essere complete nel corso di un periodo temporale pari a 2 anni.

Il gruppo carro presenta un leggero aumento costante dei costi, ciò può essere associato ad un decremento del telaio, che causa nel tempo un numero sempre maggiore di lavori di saldature.

Il gruppo impianto elettrico, invece, risulta essere costante durante l'arco di vita del semirimorchio, in quanto non viene registrato alcun aumento apprezzabile dei costi.

In base a queste considerazioni, quindi, si è scelto di analizzare nel dettaglio il gruppo cisterna, il gruppo impianto frenante ed il gruppo carro.

6.2 Analisi di Pareto

Una volta conclusasi questa scomposizione, si è andati ad analizzare i componenti più critici per il sistema analizzato attraverso un'analisi di Pareto.

L'analisi di Pareto è una metodologia di rappresentazione di un insieme di dati tramite la quale è possibile individuare i problemi più importanti nella situazione analizzata e, quindi, le priorità di intervento.

È basata sulla legge di priorità universale (Pareto) secondo cui "il 70-80% degli effetti è prodotto dal 20-30% delle cause".

Per costruire un diagramma di Pareto, relativo qui all'analisi dei guasti manutentivi della flotta aziendale, è necessario seguire le seguenti operazioni:

1. decidere come classificare i dati: qui ad esempio per numerosità di guasto e costo sostenuto
2. scegliere il periodo di osservazione del fenomeno: comprende i costi sostenuti dall'azienda tra il periodo 2014 e 2019
3. rilevare i dati ed ordinarli, secondo una cumulata del parametro scelto

È possibile in questo modo classificare i guasti in 3 diverse classi:

- Classe A: pezzi di elevata movimentazione e di elevato valore specifico. Percentuale in peso fino all'80%
- Classe B: pezzi di discreta movimentazione e modesto costo specifico. Percentuale in peso compresa tra 81 e 95%
- Classe C: pezzi di scarsa movimentazione e di scarso valore specifico

Per l'analisi sono stati considerati i costi sostenuti dal 2014 al 2019. I costi precedenti al 2014 vengono trascurati perché il database associato non presenta un dettaglio compatibile con l'applicazione di questo genere di analisi.

Si procede a selezionare i componenti critici attraverso l'analisi di due tabelle differenti, una che tiene conto del numero di passaggi in officina causati dal componente analizzato ed una

che tiene conto dell'importo totale speso. L'operazione si ripete in maniera identica per i due allestimenti.

Per le cisterne contalitro si riporta quanto è stato ottenuto, considerando i pezzi di maggior movimentazione:

| Tipo attrezzatura | Numerosità | Cumulata |
|--|------------|----------|
| KIT PASTIGLIE | 5,9% | 5,9% |
| GUARNIZIONI CISTERNA | 5,6% | 11,5% |
| DISCO FRENO | 5,0% | 16,4% |
| TORPRESS | 4,5% | 21,0% |
| SENSORE USURA PASTIGLIE | 4,3% | 25,2% |
| TUBAZIONI SCARICO CARBURANTE | 3,9% | 29,2% |
| FRENI | 3,8% | 33,0% |
| CONTALITRI | 3,4% | 36,4% |
| IMPIANTO PNEUMATICO CISTERNA | 3,4% | 39,7% |
| ROTOCAMERA | 2,9% | 42,7% |
| PINZA FRENI | 2,8% | 45,5% |
| AMMORTIZZATORE CASSETTONE | 2,5% | 48,0% |
| ABS-EBS | 2,4% | 50,4% |
| IMPIANTO CO2 | 2,4% | 52,8% |
| AMMORTIZZATORE IDRAULICO | 2,3% | 55,0% |
| IMPIANTO PNEUMATICO ASSALI/FRENI | 2,3% | 57,3% |
| SONDA SUPERIORE | 2,3% | 59,5% |
| RACCORDO ARIA | 1,7% | 61,2% |
| CENTRALINA ABS-EBS | 1,6% | 62,8% |
| SENSORE ABS | 1,6% | 64,4% |
| ASSALE | 1,6% | 66,0% |
| TELAIO | 1,5% | 67,5% |
| BLOCCAGGIO CARRELLO - ASSALE STERZANTE | 1,4% | 68,9% |
| CERNIERA CHIUSURA CASSETTONE | 1,3% | 70,2% |
| KIT PERNO FUSO - ASSALE STERZANTE | 1,3% | 71,6% |
| SILENTBLOCK | 1,3% | 72,9% |
| ELETTROVALVOLA | 1,3% | 74,2% |
| IMPIANTO SCULLY | 1,3% | 75,4% |
| BALESTRA | 1,2% | 76,7% |
| MOZZO | 1,2% | 77,9% |
| PERNO FUSO - ASSALE STERZANTE | 1,2% | 79,0% |
| TESTATA CONTALITRI ELETTRONICA | 1,1% | 80,2% |

Tabella 9. Contalitro, analisi di Pareto per numero interventi

| Tipo attrezzatura | Costo | Cumulata |
|--|-------|----------|
| PINZA FRENI | 8,8% | 8,8% |
| KIT PASTIGLIE | 8,3% | 17,1% |
| DISCO FRENO | 5,8% | 22,9% |
| TORPRESS | 5,0% | 27,9% |
| FRENI | 4,4% | 32,3% |
| IMPIANTO PNEUMATICO CISTERNA | 4,0% | 36,3% |
| SCHEDE TESTATA | 3,6% | 39,9% |
| GUARNIZIONI CISTERNA | 3,5% | 43,4% |
| MOZZO | 3,2% | 46,6% |
| AMMORTIZZATORE IDRAULICO | 3,0% | 49,6% |
| KIT PERNO FUSO - ASSALE STERZANTE | 2,9% | 52,5% |
| ROTOCAMERA | 2,9% | 55,4% |
| TUBAZIONI SCARICO CARBURANTE | 2,7% | 58,1% |
| SENSORE USURA PASTIGLIE | 2,6% | 60,7% |
| CONTALITRI | 2,3% | 63,0% |
| CENTRALINA ABS-EBS | 2,2% | 65,1% |
| TELAIO | 2,0% | 67,1% |
| STAMPANTE | 1,9% | 69,1% |
| SONDA SUPERIORE | 1,9% | 71,0% |
| BALESTRA | 1,8% | 72,8% |
| ASSALE | 1,4% | 74,2% |
| TESTATA CONTALITRI ELETTRONICA | 1,4% | 75,6% |
| SILENTBLOCK | 1,4% | 77,0% |
| ABS-EBS | 1,3% | 78,3% |
| IMPIANTO PNEUMATICO ASSALI/FRENI | 1,2% | 79,5% |
| BLOCCAGGIO CARRELLO - ASSALE STERZANTE | 1,1% | 80,7% |

Tabella 10. Contalidro, analisi di Pareto per importo speso

Per le cisterne volutank invece si ottengono i seguenti risultati:

| Tipo attrezzatura | Numerosità | Cumulata |
|--|------------|----------|
| KIT PASTIGLIE | 8,49% | 8,49% |
| SENSORE USURA PASTIGLIE | 6,73% | 15,22% |
| TORPRESS | 5,71% | 20,93% |
| DISCO FRENO | 5,71% | 26,64% |
| FRENI | 3,89% | 30,53% |
| AMMORTIZZATORE CASSETTONE | 3,74% | 34,27% |
| TUBAZIONI SCARICO CARBURANTE | 3,46% | 37,73% |
| ROTOCAMERA | 2,87% | 40,60% |
| IMPIANTO PNEUMATICO ASSALI/FRENI | 2,82% | 43,42% |
| IMPIANTO PNEUMATICO CISTERNA | 2,75% | 46,17% |
| ABS-EBS | 2,73% | 48,90% |
| PINZA FRENI | 2,56% | 51,46% |
| IMPIANTO CO2 | 2,42% | 53,88% |
| RACCORDO ARIA | 2,37% | 56,25% |
| AMMORTIZZATORE IDRAULICO | 2,35% | 58,59% |
| ASSALE | 2,09% | 60,68% |
| TELAIO | 2,06% | 62,74% |
| GUARNIZIONI CISTERNA | 1,97% | 64,71% |
| BLOCCAGGIO CARRELLO - ASSALE STERZANTE | 1,90% | 66,60% |
| SENSORE ABS | 1,87% | 68,48% |
| PERNO FUSO - ASSALE STERZANTE | 1,75% | 70,23% |
| CENTRALINA ABS-EBS | 1,68% | 71,91% |
| KIT PERNO FUSO - ASSALE STERZANTE | 1,61% | 73,52% |
| MOZZO | 1,59% | 75,11% |
| CERNIERA CHIUSURA CASSETTONE | 1,54% | 76,65% |
| TRAVERSA POSTERIORE | 1,16% | 77,81% |
| ACCOPPIAMENTO ARIA ROSSO/GIALLO | 1,11% | 78,93% |
| SOSPENSIONE | 1,09% | 80,02% |

Tabella 11. Volutank, analisi di Pareto per numero di interventi

| Tipo attrezzatura | Numerosità | Cumulata |
|--|------------|----------|
| KIT PASTIGLIE | 11,88% | 11,88% |
| PINZA FRENI | 7,15% | 19,03% |
| DISCO FRENO | 6,76% | 25,79% |
| TORPRESS | 5,42% | 31,21% |
| SCHEMA TESTATA | 5,00% | 36,21% |
| FRENI | 3,86% | 40,06% |
| SENSORE USURA PASTIGLIE | 3,80% | 43,86% |
| AMMORTIZZATORE IDRAULICO | 3,40% | 47,26% |
| TUBAZIONI SCARICO CARBURANTE | 3,38% | 50,65% |
| MOZZO | 3,32% | 53,97% |
| IMPIANTO PNEUMATICO CISTERNA | 2,88% | 56,85% |
| INCLINOMETRO | 2,69% | 59,54% |
| ROTOCAMERA | 2,68% | 62,22% |
| CENTRALINA ABS-EBS | 2,48% | 64,70% |
| STAMPANTE | 2,31% | 67,01% |
| TESTATA CONTALITRI ELETTRONICA | 2,15% | 69,16% |
| KIT PERNO FUSO - ASSALE STERZANTE | 1,79% | 70,95% |
| TELAIO | 1,68% | 72,63% |
| CUSCINETTI MOZZO | 1,52% | 74,15% |
| DIPSTICK | 1,39% | 75,54% |
| PERNO FUSO - ASSALE STERZANTE | 1,27% | 76,81% |
| IMPIANTO PNEUMATICO ASSALI/FRENI | 1,26% | 78,07% |
| BLOCCAGGIO CARRELLO - ASSALE STERZANTE | 1,26% | 79,33% |
| ABS-EBS | 1,20% | 80,53% |

Tabella 12. Volutank, analisi di Pareto per importo spesa

6.3 Analisi di criticità

Lo studio del paragrafo precedente ci ha permesso di evidenziare le entità critiche delle cisterne volutank e contalidro.

Si passa adesso all'analisi di criticità attraverso la valutazione quantitativa degli effetti dei modi di guasto determinati in termini di probabilità di accadimento (P), di gravità (G) e di non rilevabilità del guasto (R).

Una volta determinati i valori dei tre parametri è possibile procedere alla valutazione dell'indice di priorità del rischio $IPR=P \cdot G \cdot R$ che varierà da un minimo di 1 (1 x 1 x 1) ad un massimo di 64 (4 x 4 x 4).

Essendo l'indice di rischio espresso come il prodotto di tre indicatori variabili da 1 a 4, si assume di considerare come modi di guasto critici quei componenti con $IPR \geq 9$.

Questa assunzione nasce dall'osservazione che un valore di IPR pari o superiore a 9 può essere ottenuto solamente con una combinazione di almeno due indici, su tre, critici.

Il risultato atteso di quest'analisi è un elenco dei modi di guasto maggiormente critici, caratterizzati da un più alto valore di rischio.

In base allo storico dei guasti rilevati sui semirimorchi vengono assegnati i seguenti valori relativi alla probabilità di accadimento del modo di guasto:

| Descrizione | Probabilità «P» |
|---|-----------------|
| Probabilità molto debole, scarse modalità di guasto dovute a questa causa | 1 |
| Probabilità debole, poche modalità di guasto dovute a questa causa | 2 |
| Probabilità moderata, modalità di guasto apparsa frequentemente | 3 |
| Probabilità elevata, modalità di guasto apparsa molto frequentemente | 4 |

Tabella 13. Indice di probabilità

Per la stima dell'indicatore di gravità della conseguenza S vengono assegnati dei parametri sulla base di una scala qualitativa:

| Descrizione | Gravità «G» |
|---|-------------|
| Effetto minimo, nessuna degradazione delle prestazioni | 1 |
| Effetto minore, nessuna degradazione notevole delle prestazioni | 2 |
| Spese di riparazioni moderate, degradazione delle prestazioni | 3 |
| Effetto con riparazioni elevate; Problemi di sicurezza e/o ambientali | 4 |

Tabella 14. Indice di gravità

Per la difficoltà di rilevazione del guasto viene anche qui riportata una scala qualitativa, in cui un numero maggiore corrisponde ad una maggiore difficoltà di rilevazione:

| Descrizione | Non Rilevabilità «R» |
|---|----------------------|
| Probabilità molto bassa di non rilevare la modalità di guasto nel corso del programma di validazione, sufficiente ispezione visiva | 1 |
| Probabilità bassa di non rilevare la modalità di guasto nel corso del programma di validazione, sufficiente ispezione visiva/strumentazione di misura | 2 |
| Probabilità moderata di non rilevare la modalità di guasto nel corso del programma di validazione, necessaria strumentazione di misura/banco prova | 3 |
| Probabilità elevata di non rilevare la modalità di guasto nel corso del programma di validazione, richiesta di intervento esterno | 4 |

Tabella 15. Indice di non rilevabilità

I risultati ottenuti dal prodotto dei tre indicatori vengono di seguito riportati:

| Tipo attrezzatura | «R» | «P» Contalidro | «G» | «ICR» Contalidro |
|--|-----|----------------|-----|------------------|
| CONTALITRI | 4 | 2 | 3 | 24 |
| IMPIANTO PNEUMATICO CISTERNA | 3 | 2 | 3 | 18 |
| ABS-EBS | 3 | 1 | 4 | 12 |
| PINZA FRENI | 2 | 2 | 3 | 12 |
| TESTATA CONTALITRI ELETTRONICA | 4 | 1 | 3 | 12 |
| SCHEDA TESTATA | 4 | 1 | 3 | 12 |
| DISCO FRENO | 1 | 3 | 3 | 9 |
| IMPIANTO PNEUMATICO ASSALI/FRENI | 3 | 1 | 3 | 9 |
| ROTOCAMERA | 2 | 2 | 2 | 8 |
| TUBAZIONI SCARICO CARBURANTE | 1 | 2 | 4 | 8 |
| IMPIANTO SCULLY | 4 | 1 | 2 | 8 |
| GUARNIZIONI CISTERNA | 1 | 2 | 4 | 8 |
| KIT PASTIGLIE | 1 | 3 | 2 | 6 |
| SENSORE USURA PASTIGLIE | 2 | 3 | 1 | 6 |
| RACCORDO ARIA | 2 | 1 | 3 | 6 |
| TORPRESS | 1 | 2 | 3 | 6 |
| BALESTRA | 2 | 1 | 3 | 6 |
| MOZZO | 2 | 1 | 3 | 6 |
| IMPIANTO CO2 | 2 | 1 | 2 | 4 |
| SONDA SUPERIORE | 2 | 1 | 2 | 4 |
| ELETTROVALVOLA | 2 | 1 | 2 | 4 |
| STAMPANTE | 2 | 1 | 2 | 4 |
| AMMORTIZZATORE IDRAULICO | 2 | 1 | 2 | 4 |
| ASSALE | 2 | 1 | 2 | 4 |
| KIT PERNO FUSO - ASSALE STERZANTE | 2 | 1 | 2 | 4 |
| SILENTBLOCK | 2 | 1 | 2 | 4 |
| AMMORTIZZATORE CASSETTONE | 1 | 2 | 1 | 2 |
| BULLONE DI MASSA | 2 | 1 | 1 | 2 |
| TELAIO | 2 | 1 | 1 | 2 |
| BLOCCAGGIO CARRELLO - ASSALE STERZANTE | 2 | 1 | 1 | 2 |
| CERNIERA CHIUSURA CASSETTONE | 1 | 1 | 1 | 1 |

Tabella 16. Analisi Magec, ICR contalidro

| Tipo attrezzatura | «R» | «P» Volutank | «G» | «ICR» Volutank |
|--|-----|--------------|-----|----------------|
| ABS-EBS | 3 | 1 | 4 | 12 |
| PINZA FRENI | 2 | 2 | 3 | 12 |
| TESTATA CONTALITRI ELETTRONICA | 4 | 1 | 3 | 12 |
| SCHEDA TESTATA | 4 | 1 | 3 | 12 |
| IMPIANTO PNEUMATICO CISTERNA | 3 | 1 | 3 | 9 |
| DISCO FRENO | 1 | 3 | 3 | 9 |
| IMPIANTO PNEUMATICO ASSALI/FRENI | 3 | 1 | 3 | 9 |
| ROTOCAMERA | 2 | 2 | 2 | 8 |
| TUBAZIONI SCARICO CARBURANTE | 1 | 2 | 4 | 8 |
| IMPIANTO SCULLY | 4 | 1 | 2 | 8 |
| GUARNIZIONI CISTERNA | 1 | 2 | 4 | 8 |
| KIT PASTIGLIE | 1 | 3 | 2 | 6 |
| SENSORE USURA PASTIGLIE | 2 | 3 | 1 | 6 |
| RACCORDO ARIA | 2 | 1 | 3 | 6 |
| TORPRESS | 1 | 2 | 3 | 6 |
| BALESTRA | 2 | 1 | 3 | 6 |
| MOZZO | 2 | 1 | 3 | 6 |
| IMPIANTO CO2 | 2 | 1 | 2 | 4 |
| SONDA SUPERIORE | 2 | 1 | 2 | 4 |
| ELETTOVALVOLA | 2 | 1 | 2 | 4 |
| STAMPANTE | 2 | 1 | 2 | 4 |
| AMMORTIZZATORE IDRAULICO | 2 | 1 | 2 | 4 |
| ASSALE | 2 | 1 | 2 | 4 |
| KIT PERNO FUSO - ASSALE STERZANTE | 2 | 1 | 2 | 4 |
| SILENTBLOCK | 2 | 1 | 2 | 4 |
| AMMORTIZZATORE CASSETTONE | 1 | 2 | 1 | 2 |
| BULLONE DI MASSA | 2 | 1 | 1 | 2 |
| TELAIO | 2 | 1 | 1 | 2 |
| BLOCCAGGIO CARRELLO - ASSALE STERZANTE | 2 | 1 | 1 | 2 |
| CERNIERA CHIUSURA CASSETTONE | 1 | 1 | 1 | 1 |

Tabella 17. Analisi Magec, ICR volutank

Ogni guasto rilevante è analizzato nelle sue cause e classificato secondo un ordine “tecnico-economico” in modo da valutare i costi ed i benefici di una possibile attività di prevenzione o di miglioramento.

I componenti più critici, con un indice di rischio superiore a 8, risultano essere gli stessi per le due diverse tipologie di allestimento.

Sulla base di questi modi di guasto si è passati poi valutarne gli effetti e le cause, ottenendo la tabella seguente:

| Tipo attrezzatura | Modo | Effetto | Causa |
|----------------------------------|--|--|---|
| Gruppo impianto frenante | | | |
| ABS-EBS | <ul style="list-style-type: none"> • Corto circuito • Perdita d'aria | <ul style="list-style-type: none"> • Spia avaria accesa • Mancato funzionamento | <ul style="list-style-type: none"> • Avaria |
| DISCO FRENO | <ul style="list-style-type: none"> • Rottura | <ul style="list-style-type: none"> • Mancato funzionamento | <ul style="list-style-type: none"> • Usura • Sporciamento |
| PINZA FRENI | <ul style="list-style-type: none"> • Bloccaggio • Rottura | <ul style="list-style-type: none"> • Surriscaldamento • Mancato funzionamento | <ul style="list-style-type: none"> • Usura • Sporciamento |
| Gruppo carro | | | |
| IMPIANTO PNEUMATICO ASSALI/FRENI | <ul style="list-style-type: none"> • Perdita d'aria • Bloccaggio | <ul style="list-style-type: none"> • Arresto • Mancato funzionamento | <ul style="list-style-type: none"> • Usura |
| Gruppo cisterna | | | |
| CONTALITRI | <ul style="list-style-type: none"> • Rottura • Bloccaggio | <ul style="list-style-type: none"> • Spia avaria accesa • Mancato funzionamento | <ul style="list-style-type: none"> • Usura • Sporciamento |
| IMPIANTO PNEUMATICO CISTERNA | <ul style="list-style-type: none"> • Perdita d'aria • Bloccaggio | <ul style="list-style-type: none"> • Spia avaria accesa • Mancato funzionamento • Arresto | <ul style="list-style-type: none"> • Usura |
| SCHEDA TESTATA | <ul style="list-style-type: none"> • Corto circuito • Vibrazioni • Bloccaggio | <ul style="list-style-type: none"> • Spia avaria accesa • Mancato funzionamento | <ul style="list-style-type: none"> • Avaria |
| TESTATA CONTALITRI ELETTRONICA | <ul style="list-style-type: none"> • Corto circuito • Vibrazioni • Bloccaggio | <ul style="list-style-type: none"> • Spia avaria accesa • Mancato funzionamento | <ul style="list-style-type: none"> • Avaria |

Tabella 18. Analisi Magec, modi di guasto più comuni

6.4 Conclusioni

Gli obiettivi dell'analisi dei modi di guasto e degli effetti si possono così riassumere:

- identificazione per ogni modo di guasto degli effetti sul sistema;
- valutazione qualitativa degli effetti in termini di sicurezza, impatto ambientale, produttività;
- evidenziare le misure di prevenzione già presenti;
- evidenziare le diagnostiche disponibili per rilevare il guasto;
- segnalare le azioni correttive e le misure nuove da implementare per ridurre l'IPR;

- verificare l'attuazione ed i risultati ottenuti. Provvedere ad eventuali retroazioni correttive.

In virtù dei risultati ottenuti, una prima modifica che potrebbe essere effettuata all'analisi può riguardare un cambiamento della scala degli indicatori che portano al calcolo dell'indice di rischio. Con una scala da 1 a 10 si potrebbe infatti andare a discretizzare in maniera più approfondita il problema.

A fronte del lavoro di tesi fatto è stato deciso di implementare all'interno del sistema gestionale la possibilità di inserire una causa di guasto. Sarà compito dei tecnici segnalare detta causa all'interno del flusso di gestione delle lavorazioni. In questo modo l'azienda si pone l'obiettivo di tracciare i possibili motivi dei guasti, legandoli ai singoli codici attrezzatura, sviluppando così una base dati su cui sviluppare in futuro un'analisi MAGEC più approfondita.

Inoltre, a seguito delle analisi sono emersi degli elementi di criticità di manutenzione delle cisterne. Per questo motivo è stata fatta una prima riunione tra l'ufficio manutenzione del Gruppo Gavio e l'ufficio tecnico dell'azienda costruttrice OMT S.p.a. per avere un confronto sulle modalità di esecuzione dei controlli, di cui si riporta la scheda con le lavorazioni e le tempistiche necessarie per svolgere l'attività.

| Tabella controlli ordinari standard | | | |
|-------------------------------------|---|----------|------------|
| Tempistiche intervento | | 8 h | 3÷4 h |
| Descrizione intervento | | Volutank | Contalitro |
| 1 | Controllo impianto bombola CO ₂ | X | X |
| 2 | Controllo impianto over-filling | X | X |
| 3 | Controllo impianto pneumatico, perdite d'aria servizi | X | X |
| 4 | Controllo pozzette sede aste dipstick | X | |
| 5 | Controllo tubo di calma e prigionieri aste dipstick | X | |
| 6 | Controllo sensori di vuoto prodotto | X | |
| 7 | Controllo cablaggio morsettiere e integrità cavi elettrici impianto | X | X |
| 8 | Verifica tenuta tappi accoppiatori API | X | X |
| 9 | Controllo funzionamento VdF, valvole C.C. e accoppiatori API | X | X |
| 10 | Test Carico e Scarico a vuoto | X | X |
| 11 | Prova di Carico e Scarico con GASOLIO | X | X |
| 12 | Pulizia filtri | | X |
| 13 | Controllo funzionamento selettrici | | X |

Tabella 19. Descrizione intervento per manutenzione cisterne

In questo momento la valutazione economica effettuata a seguito dell'incontro porta ad una non convenienza dell'operazione. Tuttavia, sono state gettate le basi per l'instaurarsi di una solida collaborazione tra utilizzatore (Gruppo Gavio settore trasporti) e produttore (OMT) per il raggiungimento di uno scopo di comune interesse, ossia l'innovazione ed il continuo miglioramento del prodotto.

A seguito dell'incontro è infatti emersa la volontà comune di creare un gruppo multidisciplinare, avente come obiettivo lo studio delle criticità per poter perfezionare le fasi di progettazione, produzione e manutenzione del prodotto.

Per ultimo, per quanto riguarda invece il gruppo impianto frenante, le macchine immatricolate dal prossimo anno cambieranno la marca del sistema ABS/EBS. A fronte di un investimento maggiore, questo cambiamento andrà ad intaccare tutta la gestione elettronica e pneumatica del sistema frenante, per garantire una maggiore affidabilità del servizio. Varrà la pena quindi analizzare, ripetendo l'analisi, se l'introduzione di questo nuovo sistema consentirà di abbassarne le criticità dimostrate.

7 Sviluppi futuri

L'analisi dei costi manutentivi, per gli allestimenti analizzati, ha evidenziato come non vi sia un picco di manutenzione tale da giustificare una preventiva sostituzione del mezzo rispetto all'età imposta dalle compagnie petrolifere, pari a 15 anni per la maggioranza dei contratti.

Nel prossimo futuro sarà necessario monitorare il dato emerso per la cisterna volutank, la quale ha evidenziato un incremento notevole dei costi manutentivi della botte nel suo attuale ultimo anno di vita. Tuttavia, essendo il dato relativo ad un solo mezzo, si potrebbe trattare di un caso sporadico.

L'analisi della manutenzione programmata ha mostrato come convenga iniziare il programma esclusivamente nei primi di anni di vita del semirimorchio, in quanto tale attività non sembrerebbe presentare benefici sui mezzi più anziani. Anche in questo caso sarà comunque necessario continuarne a visualizzare l'andamento negli anni futuri, essendo al momento troppo breve il periodo di osservazione del fenomeno.

Infine, l'analisi MAGEC ha permesso di evidenziare i componenti più critici da mantenere. A seguito di un primo incontro con la ditta costruttrice non è attualmente emersa una convenienza economica dell'operazione. Tuttavia, l'obiettivo delle aziende nel futuro è quello di creare un gruppo multidisciplinare per riverificare la possibilità d'intervento.

8 Bibliografia

- 1) D'Addea N., Perotti G. (a cura di), *Manuale di manutenzione industriale*, Tecniche Nuove, Milano, 2005.
- 2) Furlanetto L., Garetti M., Macchi M., *Principi generali di gestione della manutenzione*, FrancoAngeli, Milano, 2006.
- 3) Furlanetto L., Garetti M., Macchi M., *Ingegneria della manutenzione. Strategie e metodi*, FrancoAngeli, Milano, 2007.
- 4) MIL-STD-1629(A), "Military standard procedures for performing a failure modes, effects and criticality analysis", U.S. Department of Defense, 1989.
- 5) Vagliasindi F., *Come organizzare la manutenzione*, FrancoAngeli, Milano, 1999.

9 Sitografia

- www.gruppogavio.it
- http://www.aci.it/archivio-notizie/notizia.html?tx_ttnews%5Btt_news%5D=625&cHash=ed31e99f00ed41582ca1df7022757273
- <http://www.notiziariovi.com/articoli/499/maggiore-sicurezza-per-rimorchi-e-semirimorchi>
- [https://www.festocte.it/academy/gestione della manutenzione/Percorso Ingegnere e di manutenzione](https://www.festocte.it/academy/gestione%20della%20manutenzione/Percorso%20Ingegnere%20e%20di%20manutenzione)