

Prove sperimentali di veicoli in partenza da fermo

Campagna prove iAdvice 2025

Prof. Ing. Mattia Strangi - Dott. Ing. Giacomo Bettazzi

Durante l'attività di collaborazione della società iAdvice s.r.l. con l'Università di Bologna è stata condotta una campagna prove svolta dal **Dott. Ing. Giacomo Bettazzi**, sotto la supervisione e il coordinamento del **Prof. Ing. Mattia Strangi**. L'indagine svolta per migliorare la precisione della ricostruzione dei sinistri stradali in cui sono coinvolti autoveicoli in ripartenza.



Figura 1: immagine che raffigura il software utilizzato, l'accelerometro e il layout dei grafici ottenuti.

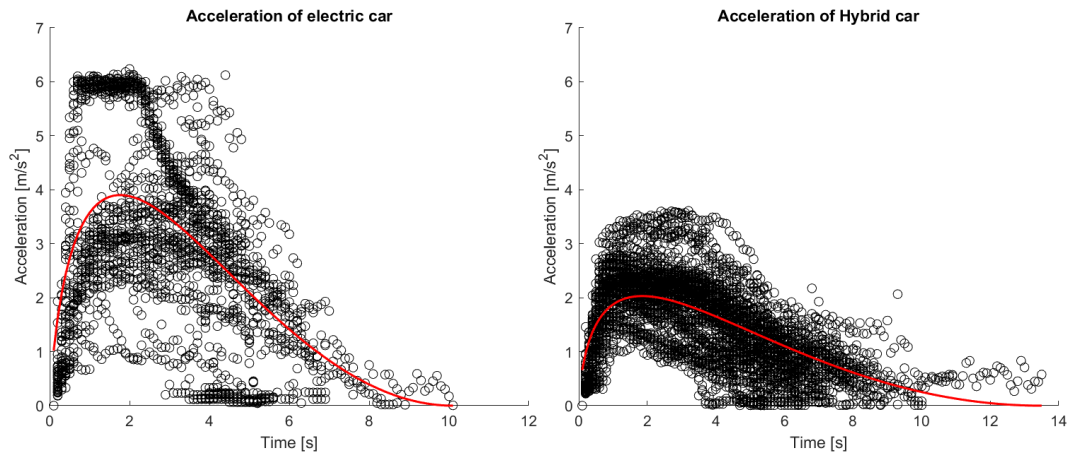


Figura 2: andamento delle accelerazioni in confronto con il tempo di manovra -prove di attraversamento.

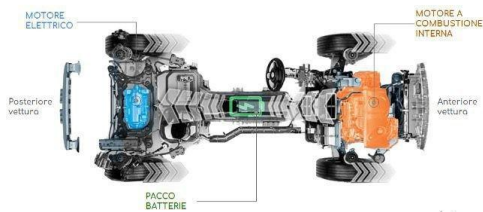
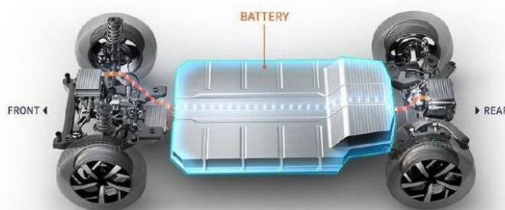
Nell'ambito della campagna prove sono state analizzate tre tipologie di manovre: attraversamento rettilineo, svolta a destra e svolta a sinistra. Le prove hanno coinvolto diverse autovetture selezionate in base alla tipologia di propulsione. Nella tabella seguente sono descritte le autovetture oggetto di prova:

Autovettura	Tipologia di propulsione	Rapporto Peso/Potenza [Kg/kW]	Anno di produzione
Volvo XC 30	Elettrica	9,2	2024
Jeep Compass	Ibrida	14,9	2021
Alfa Romeo GT	Termica	12,9	2010
Peugeot 208	Termica	14,7	2024

AUTOVETTURE

ELETTRICA

Di maggior interesse in quanto su questa tipologia di autovettura sono state eseguite pochi studi



IBRIDA

Per analizzare l'impatto del motore elettrico su un motore termico

TERMICA

In letteratura è ampiamente studiata, risulta tuttavia importante in quanto le moderne autovetture hanno prestazioni maggiori rispetto alle autovetture più datate



Figura 3: le tre tipologie di autovetture con brevi analisi.

L'obiettivo dello studio è analizzare le accelerazioni medie in fase di ripartenza da fermo in prossimità di intersezioni delle moderne autovetture, distinguendo tra differenti tipologie di propulsione (elettrica, ibrida, termica). Lo scopo è fornire dati affidabili per l'analisi dei comportamenti di guida e per supportare ricostruzioni cinematiche in ambito forense.

Nell'esecuzione delle prove sono state impiegate diverse autovetture sviluppando in totale oltre 150 prove sperimentali validate per tipologia di autovettura, per un totale di oltre 450 dati raccolti. Sono state selezionate intersezioni con sbocco su carreggiata larga almeno 7 metri, tale configurazione rappresenta la tipica intersezione presente nella viabilità italiana, in seguito viene riportato un protocollo di prova realizzato mediante supporto digitale.

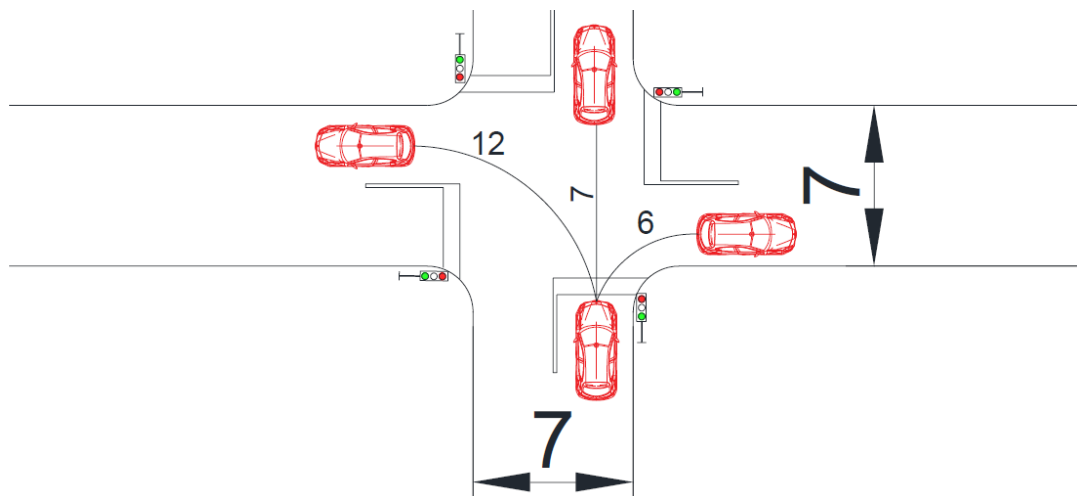


Figura 4: raffigurazione CAD di un'intersezione tipo e con la traiettoria seguita dall'autovettura oggetto di test.



Figura 5: esempio di intersezione ove sono state svolte alcune delle prove sperimentali.

Le prove sono state svolte in un contesto urbano dell'area di Bologna nelle vicinanze dell'ufficio di iAdvice s.r.l, le prove ripetute in più giorni hanno coinvolto più conducenti di età e sesso diverso e hanno sono state svolte in diverse condizioni metereologiche al fine di ottenere un campione più variegato da cui ricavare un intervallo medio attendibile.

La strumentazione utilizzata per il campionamento dei dati comprende un accelerometro WitMotion e un Personal Computer in grado di supportare il programma fornito dalla casa madre WitMotion. L'accelerometro ha una risoluzione di 0,0005 [g], con un intervallo di misura interno a ± 16 g ($\pm 156,9064$ m/s²) e una frequenza di campionamento di 100 Hz. Lo strumento fornisce i seguenti valori differenti: accelerazioni e velocità di rotazione rispetto ai tre assi, longitudinale, laterale e verticale, e la temperatura esterna.

Per tale studio si è considerato **solo l'accelerazione longitudinale** impressa dal veicolo essendo essa di maggiore interesse per l'ambito forense ed utile alle ricostruzioni della

dinamica e cinematica dei sinistri stradali. Attraverso codici Matlab è stato possibile filtrare il segnale ottenuto e **calcolare la media di accelerazione longitudinale sviluppatasi per la singola manovra su una distanza di 3 metri**. In seguito presso gli uffici iAdvice e sotto la coordinazione del Prof. Ing. Mattia Strangi tutti i valori ottenuti sono stati raccolti e confrontati ottenendo le medie per tipologia di manovra e autovettura impiegata.

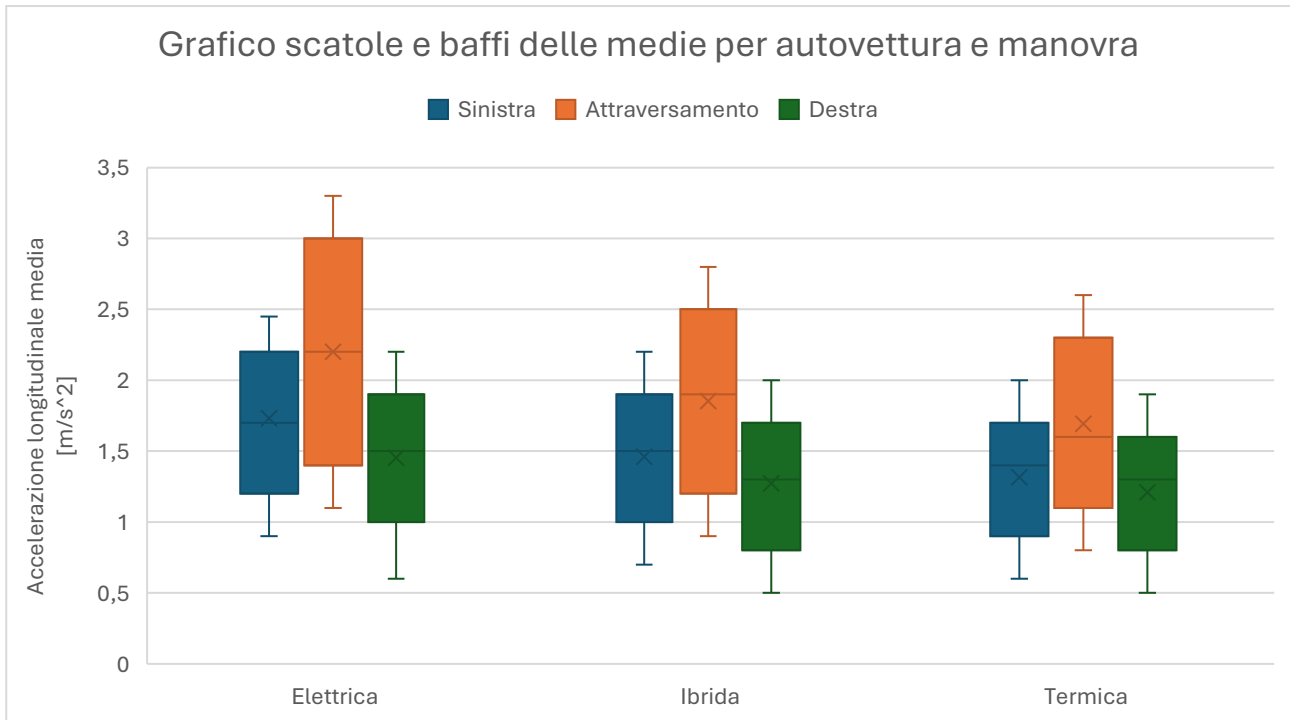
Dalle prove eseguite e dalla successiva analisi è emerso che **nella manovra di attraversamento rettilineo la tipologia di propulsione incide significativamente** sul comportamento dinamico del veicolo. Questo deve essere tenuto in considerazione nei modelli di simulazione e nei casi di ricostruzione sinistri, dove anche scarti di pochi decimi di m/s^2 possono alterare sensibilmente il risultato delle analisi.

Si può osservare che la manovra di attraversamento è, come prevedibile, quella che fa emergere un'accelerazione media e di picco maggiore.

Nella manovra di svolta sinistra si nota una minore sensibilità al tipo di veicolo condotto rispetto all'attraversamento, permane comunque un maggiore accelerazione in capo all'autovettura elettrica.

La manovra di svolta a destra vede una sensibilità limitata al tipo di veicolo e presenta valori tendenzialmente minori rispetto alle altre due manovre esaminate, questo perché si sviluppa su un raggio minore che induce una generica moderazione dell'azione sul pedale dell'acceleratore.

In conclusione, si è sviluppata un grafico a scatola e baffi nel quale si rappresentano i valori minimo e massimo delle prove validate, i medi e l'intervallo 1°-3° quartile (evidenziato dal rettangolo colorato) in cui si raccoglie il 50% dei dati ricavati (l'intervallo interquartile è composto escludendo il 25% dei dati minori e il 25% dei dati maggiori) delle accelerazioni longitudinali osservate in tre differenti condizioni: svolta a sinistra, partenza in rettilineo, svolta a destra.



In seguito, si riporta una tabella di rapido consulto che permette di cogliere la variabilità nei comportamenti di guida a seconda del tipo di veicolo e manovra. I valori sono esposti per **accelerazione media a 3 metri dalla ripartenza** in quanto nella ricostruzione dei sinistri stradali tale valore è un canonico esempio di distanza a cui si manifesta l'impatto concretizzatosi con il veicolo avente diritto di precedenza.

Si noti come emergono valori maggiori di accelerazione rispetto alle campagne prove svolte in passato e presenti in letteratura, tale fattore deriva verosimilmente dall'aver adottato autovetture di più recente costruzione per l'esecuzione delle prove.

I dati raccolti sono riportati nella tabella seguente, suddivisi in funzione della manovra eseguita e della categoria di veicolo impiegato, si noti come il contributo del motore elettrico determina un maggiore spunto.

Media 1°/3° quartile	Sinistra [m/s²]		Rettilineo [m/s²]		Destra [m/s²]	
Autovettura Elettrica	1,7	2,2 1,2	2,2	3,0 1,4	1,5	1,9 1,0
Autovettura Ibrida	1,5	1,9 1,0	1,9	2,5 1,2	1,3	1,7 0,8
Autovettura Termica	1,4	1,7 0,9	1,6	2,3 1,1	1,3	1,6 0,8