



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Psicologia Generale

**Corso di laurea Magistrale in Psicologia
Cognitiva Applicata**

Tesi di laurea Magistrale

**Influenza dei Prerequisiti Cognitivi
sui Comportamenti di Guida:
DRIVESC, questionari e guida
simulata**

**The Influence of Cognitive Prerequisites on Driving Behaviors:
DRIVESC, questionnaires and simulated driving.**

Relatrice: Chiar.ma Prof.ssa Mariaelena Tagliabue

*Laureanda: Elisa Guglielmetti
Matricola: 2091398*

Anno Accademico 2023/2024

INDICE

INTRODUZIONE	5
PARTE TEORICA	
1. VALUTAZIONE DEGLI STILI DI GUIDA: I QUESTIONARI	7
1.1 Gli stili di guida	7
1.2 I questionari per la valutazione degli stili di guida	12
1.2.1 Il Driver Behaviour Questionnaire (DBQ)	12
1.2.2 Il Dula Dangerous Driving Index (DDDI)	17
2. STRUMENTI DI VALUTAZIONE DEI PREREQUISITI PER LA GUIDA	21
2.1 Prerequisiti per la guida	21
2.2 Vienna Test System-Traffico (VTS-Traffico)	25
2.2.1 Struttura e modalità di utilizzo	28
2.2.2 Validità come strumento di valutazione	35
3. I SIMULATORI DI GUIDA	38
3.1 Simulatore Honda Riding Trainer (HRT)	40
3.2 Simulatore di guida Lander	44
PARTE SPERIMENTALE	
4. LA RICERCA	50
4.1 Background teorico	50
4.2 Descrizione dello studio	54
4.2.1 Partecipanti	55
4.2.2 Procedure di raccolta dati	56
4.2.3 Materiale e strumenti	57
4.2.4 Analisi dei dati	58
4.3 Risultati e discussione	60
4.3.1 Correlazioni	60
4.3.2 Regressioni	71
4.4 Discussione generale dei risultati	79
CONCLUSIONI	81
BIBLIOGRAFIA	85

INTRODUZIONE

In Europa la sicurezza stradale è diventata una priorità assoluta poiché ogni giorno molte vite sono messe in pericolo a causa di frequenti incidenti. L'analisi del comportamento di guida e dei fattori umani che lo influenzano può aiutare a promuovere strategie efficaci di prevenzione degli incidenti stradali e a garantire dei sistemi di trasporto più sicuri.

Questo studio si concentra sui prerequisiti di guida e sulle prestazioni ai simulatori di guida. L'obiettivo principale è valutare se strumenti di valutazione, come i questionari DBQ e DDDI, la batteria di test del Vienna Test System e i simulatori di guida HRT e Lander, possano predire con precisione i comportamenti rischiosi alla guida come l'eccesso di velocità, la guida sotto l'influenza di alcol o sostanze stupefacenti, la distrazione e il mancato utilizzo dei dispositivi di sicurezza all'interno del veicolo.

Questo studio è stato realizzato in collaborazione con la Professoressa Mariaelena Tagliabue nei laboratori del Dipartimento di Psicologia Generale dell'Università degli Studi di Padova per approfondire diversi aspetti della sicurezza stradale: la valutazione degli stili di guida, i prerequisiti cognitivi necessari per una guida sicura e la relazione tra i vari strumenti di valutazione.

Il lavoro di ricerca è suddiviso in una prima parte teorica e una seconda parte sperimentale. Nella prima parte verranno descritti inizialmente gli stili di guida e gli strumenti di valutazione utilizzati, che sono i questionari *Driver Behaviour Questionnaire* (DBQ) e *Dula Dangerous Driving Index* (DDDI), il Vienna Test System (VTS) che valuta i prerequisiti cognitivi e i simulatori di guida Honda Riding Trainer (HRT) e Lander. Nella seconda parte, invece, si parlerà dello studio sperimentale, approfondendo la letteratura esistente, la raccolta e l'analisi dei dati, l'interpretazione dei risultati, i limiti e le prospettive future dello studio.

L'obiettivo generale è quello di approfondire il tema della sicurezza stradale andando a valutare gli stili di guida, i prerequisiti cognitivi e le prestazioni simulate dei partecipanti per migliorare sia le capacità

predittive degli strumenti utilizzati sia le strategie di intervento volte a ridurre il numero degli incidenti stradali.

1. VALUTAZIONE DEGLI STILI DI GUIDA: I QUESTIONARI

Lo stile di guida è l'insieme dei modelli comportamentali che un individuo adotta durante la guida. Sagberg (2015) sostiene che lo stile di guida è considerato un'abitudine influenzata sia dalle tendenze individuali che dalle norme sociali e dai valori culturali.

In questo capitolo verranno descritti i due questionari utilizzati per valutare gli stili di guida: il *Driver Behavior Questionnaire* (DBQ) e il *Dula Dangerous Driving Index* (DDDI).

1.1 Gli stili di guida

La letteratura esistente definisce gli stili di guida come modelli comportamentali che presentano differenze individuali, le quali a loro volta riflettono le preferenze, le abitudini e le capacità dei conducenti che sono influenzate da fattori psicologici quali la personalità, i fattori emotivi (es. il livello di stress) e i fattori situazionali come le norme sociali (Hatakka et al., 2002). Gli stili di guida sono delle caratteristiche stabili del comportamento di guida e sono basate su abitudini che si sviluppano nel tempo attraverso un processo di apprendimento. Il concetto di "abitudine di guida" si riferisce al modo in cui il conducente si comporta durante le sessioni di guida, manifestando una serie di comportamenti che si ripetono in modo coerente nel tempo. Questi comportamenti possono essere automatizzati (eseguiti senza necessità di un controllo consapevole) oppure controllati consapevolmente (presenza di una deliberata attenzione da parte del conducente). Lo stile di guida può essere definito come un "modo abituale di guidare, caratteristico di un conducente o di un gruppo di conducenti" (Sagberg et al., 2015; pag. 1251). Questo modo abituale di guidare si basa su comportamenti che si sono trasformati in abitudini di guida e che si ripetono nei viaggi compiuti dal conducente. Le abitudini di guida risultano quindi essere il risultato delle caratteristiche individuali del conducente, dei valori socioculturali e dei fattori tecnologici come

l'utilizzo dei sistemi avanzati di assistenza alla guida che può essere influenzato da fattori situazionali e temporali (Sagberg et al., 2015).

La distinzione tra “comportamento di guida” e “stile di guida” è importante. Il primo comprende tutte le azioni volontarie compiute dal conducente alla guida, come la velocità, la distanza ed il rispetto per le regole stradali. Invece, il secondo rappresenta un sottoinsieme dei comportamenti abituali e ricorrenti che soddisfa specifici criteri (Lajunen e Özkan, 2011).

Il primo studio rilevante sul concetto di stile di guida risale a Tillmann e Hobbs (1949, citato in Sagberg et al., 2015). Questa ricerca ha preso in esame il comportamento dei tassisti e ha suddiviso il campione in due gruppi in base al numero di incidenti stradali commessi. I risultati mostrano che i conducenti che hanno commesso pochi incidenti tendono a comportarsi in modo più responsabile e a parlare meno con i passeggeri quando sono alla guida. Essi solitamente mostrano un atteggiamento più cortese verso gli altri utenti della strada e sembrano essere più consapevoli dei limiti del proprio veicolo. D'altro canto, i tassisti che hanno commesso un numero maggiore di incidenti mostrano un comportamento più rumoroso, commettono errori durante le manovre di guida e si distraggono di più. Questi ultimi tendono ad essere influenzati emotivamente quando guidano e mostrano un atteggiamento aggressivo verso gli altri conducenti.

Gli stili di guida sono influenzati da fattori che possono essere suddivisi in tre gruppi: individuali, situazionali e socioculturali.

I fattori individuali, in primo luogo, includono le caratteristiche personali come l'età, il genere, le capacità cognitive e le abilità specifiche di guida, come il tempo di reazione e le abilità di concentrazione. Inoltre, è stato riscontrato che le variabili individuali, quali lo stile cognitivo, i tratti della personalità, lo stato emotivo del guidatore ed il suo stile di vita, influenzano in modo significativo la guida ed i comportamenti rischiosi associati ad essa che possono andare a minare la sicurezza stradale (Sagberg et al., 2015). Persak (2011), ad esempio, ha studiato l'impatto

della desiderabilità sociale, delle condizioni di lavoro negli ambienti professionali e dei tratti caratteriali degli autisti sulla sicurezza stradale. Infatti, secondo Sagberg et al. (2015) un ambiente di lavoro sfavorevole ha un impatto significativo sulla sicurezza stradale, quindi si può assumere che il miglioramento delle condizioni lavorative potrebbe rappresentare una strategia efficace per aumentare la sicurezza degli utenti della strada. Da questa ricerca, però, emerge anche che la personalità degli autisti può incidere sulle modalità di guida e, di conseguenza, anche sulla sicurezza di tutti gli utenti stradali.

In secondo luogo, i fattori situazionali fanno riferimento alle circostanze associate alla guida come le distrazioni, le condizioni meteorologiche avverse, la densità del traffico, la presenza di semafori e di segnali stradali, la conformazione delle strade e la presenza di cantieri stradali.

In terzo luogo, i fattori socioculturali sono correlati ai valori, alle norme sociali e culturali dei gruppi sociali e alle influenze culturali che derivano dai contesti regionali o nazionali. Tali fattori possono riguardare l'età e il genere, l'educazione e la formazione, la tecnologia e i contesti culturali (Sagberg et al., 2015). Ad esempio, Factor et al. (2007) hanno indagato come la cultura influisce sulla sicurezza stradale, facendo notare che ci sono diverse caratteristiche culturali, quali le rappresentazioni collettive, le norme, i valori e gli schemi cognitivi, che caratterizzano gli individui. Queste caratteristiche permettono di stabilire e definire in modo adeguato la capacità degli individui di concepire un'azione. Infatti, tramite l'utilizzo degli strumenti culturali a disposizione, gli individui elaborando una propria concezione del mondo e formulano ipotesi riguardanti il contesto circostante. Tramite queste ipotesi, quindi, riescono a valutare ed interpretare l'ambiente e la realtà. Visto che la cultura risulta essere molto differente da un gruppo all'altro, si ritiene che gli individui appartenenti a contesti culturali diversi manifestino comportamenti differenti in situazioni analoghe, poiché le diverse sfumature culturali determinano interpretazioni diverse dell'ambiente e, quindi, della sicurezza stradale.

Gli stili di guida si dividono in stili globali, che includono molti atteggiamenti che si mettono in atto durante la guida e in stili specifici, che si concentrano su un particolare comportamento dell'approccio alla guida del conducente (Sagberg et al., 2015).

Gli stili di guida globali si dispongono lungo un continuum che include diversi stili di guida:

- Lo stile di guida calmo è contraddistinto da una guida prudente e responsabile, che solitamente viene espressa dal conducente tramite una postura rilassata. Questo stile di guida è caratterizzato da comportamenti prevedibili, velocità moderata ed una costante vigilanza sull'ambiente circostante in modo da ridurre il rischio di incidenti stradali (Sagberg et al., 2015).
- Lo stile di guida è caratterizzato dalla manifestazione di ansia e preoccupazione percepite dal conducente durante la guida e da una guida estremamente cauta e lenta con esitazioni decisionali e manovre brusche. I fattori quali lo stress, l'insicurezza del conducente, la paura di guidare su strade poco familiari oppure in condizioni climatiche avverse possono contribuire a questo tipo di comportamento ed aumentare notevolmente il rischio di incidenti stradali (Sagberg et al., 2015).
- Lo stile di guida aggressivo presenta dei comportamenti pericolosi che aumentano la probabilità di commettere incidenti (Shinar, 2007). L'aggressività si può dividere in: "aggressività ostile", quando i conducenti vogliono danneggiare gli altri utenti della strada (insulti verbali, attacchi fisici o gesti offensivi), e "aggressività strumentale", quando viene messa in atto per raggiungere un obiettivo nel più breve tempo possibile (cambiare corsia improvvisamente o attraversare un incrocio con il semaforo rosso) (Sagberg et al., 2015).
- Lo stile di guida rischioso è caratterizzato da comportamenti che aumentano il rischio di un incidente, come l'eccesso di

velocità, la guida in stato di ebbrezza o sotto stupefacenti, le distrazioni e le manovre pericolose. Spesso gli automobilisti che adottano uno stile di guida rischioso non sono consapevoli della pericolosità dei loro comportamenti o sottostimano il rischio di incidenti stradali. Tale modalità di guida è un fattore significativo nel verificarsi di incidenti stradali, comportando spesso gravi conseguenze per la sicurezza sia del conducente che degli altri utenti della strada (Sagberg et al., 2015).

- Lo stile di guida difensivo emerge come un approccio alla guida incentrato sulla prevenzione degli incidenti stradali, adottando una guida cauta, rispettosa delle norme del codice della strada ed attenta ai pericoli circostanti, al fine di ridurre significativamente il rischio di incidenti stradali e garantire un ambiente di guida sicuro per tutti gli utenti della strada (Sagberg et al., 2015).

Gli stili di guida specifici rappresentano comportamenti di guida abituali e costanti, categorizzati in varie tipologie comuni, come identificato da Sagberg et al. (2015). Queste tipologie includono:

- Il controllo longitudinale si riferisce alla gestione della velocità e dell'accelerazione/decelerazione del veicolo.
- Il controllo laterale riguarda la stabilità del veicolo nella sua corsia di marcia.
- L'accettazione del gap si riferisce alla capacità del conducente di valutare le distanze di sicurezza tra i veicoli, infatti il gap rappresenta il tempo che intercorre tra due successivi veicoli che procedono lungo la stessa direzione in corrispondenza di un'intersezione stradale.
- Il comportamento visivo fa riferimento all'attenzione che il conducente pone verso gli altri utenti della strada.
- Gli errori e le violazioni sono azioni che violano le norme del codice stradale o mettono a rischio altri utenti (Sagberg et al., 2015).

Queste categorizzazioni offrono un'analisi efficace per comprendere vari aspetti del comportamento alla guida e le relative implicazioni sulla sicurezza stradale (Sagberg et al., 2015)

Quindi, riconoscere e comprendere questi comportamenti devianti è fondamentale per sviluppare ed implementare strategie di prevenzione degli incidenti stradali (ISTAT, 2022). Nell'ambito della Psicologia del Traffico, sono stati sviluppati degli strumenti di ricerca efficaci, tra cui questionari self-report e simulatori di guida su strada, per individuare rispettivamente gli stili di guida ed i comportamenti alla guida.

1.2 I questionari per la valutazione degli stili di guida

I questionari per la valutazione degli stili di guida rappresentano strumenti fondamentali nell'analisi del comportamento dei conducenti e nella ricerca sulla sicurezza stradale. Questi strumenti di valutazione, infatti, permettono di ottenere una valutazione standardizzata dei comportamenti di guida dei conducenti e offrono ai ricercatori un quadro completo delle abitudini di guida e delle implicazioni sulla sicurezza stradale. Di seguito, verranno descritti due dei questionari maggiormente utilizzati per la valutazione degli stili di guida: il *Driver Behaviour Questionnaire* (DBQ) ed il *Dula Dangerous Driving Index* (DDDI).

1.2.1 Il Driver Behaviour Questionnaire (DBQ)

Il DBQ rappresenta uno strumento fondamentale nell'ambito della Psicologia del Traffico per valutare in modo dettagliato gli stili di guida ed i comportamenti dei conducenti durante la guida, distinguendo tra errori e violazioni. Questo questionario, noto anche come Manchester Driver Behaviour Questionnaire, è stato sviluppato negli anni '90 con l'obiettivo di indagare sul fallimento umano, in un periodo in cui una delle principali sfide per gli psicologi applicati era proprio questa (Reason et al., 1990). Le diverse versioni del questionario possono variare cambiando il numero, il tipo ed i punteggi di scala delle domande. Le versioni più concise del DBQ, come quella costituita da 27 items, hanno mostrato una

solida validità e hanno permesso agli studiosi di analizzare in modo approfondito i comportamenti dei conducenti su strada.

Nel processo di validazione della versione abbreviata in lingua inglese del DBQ contenente 27 items, sono state esaminate soluzioni fattoriali uni-dimensionali, bi-dimensionali e tri-dimensionali per identificare la struttura sottostante più appropriata per il questionario (Useche et al, 2021). La soluzione uni-dimensionale ipotizza che tutte le domande riflettano un unico costrutto psicologico, mentre la soluzione bi-dimensionale suggerisce l'esistenza di due fattori psicologici e la soluzione tri-dimensionale propone la presenza di tre fattori psicologici distinti.

La validità psicometrica del DBQ è valutata attraverso tre principali indicatori:

- Validità discriminante: si riferisce alla capacità del questionario di misurare in modo specifico dimensioni psicologiche distinte ed indipendenti.
- Validità costruttuale: riguarda la capacità del DBQ di misurare coerentemente il costrutto psicologico per cui è stato progettato. Questa validità è valutata attraverso l'affidabilità del questionario, ovvero la consistenza interna delle domande che compongono ciascuna dimensione (Useche et al., 2021).
- Validità concorrente: esamina la capacità del DBQ di misurare le dimensioni psicologiche in modo coerente con altre misurazioni di riferimento, come le scale di autovalutazione. Questa validità viene testata confrontando le risposte del DBQ con misure di riferimento per verificare se le dimensioni del questionario sono in linea con le aspettative teoriche sui costrutti psicologici misurati.

I risultati indicano che le strutture uni e bi-dimensionali del DBQ supportano la validità costruttuale e concorrente, mentre la struttura tri-dimensionale presenta problematiche di validità discriminante. La versione abbreviata del DBQ per i conducenti di autocarri è pertanto

coerente con la teoria di Reason et al. (1990), che distingue tra violazioni del traffico ed errori di guida involontari. Sebbene i coefficienti di affidabilità delle dimensioni del DBQ siano relativamente bassi rispetto alla versione a 27 items, tali valori sono influenzati dalla qualità e dal numero di items. Tuttavia, i livelli di affidabilità delle sotto-scale per violazioni del traffico ed errori sono comparabili a quelli di altre versioni ridotte del questionario (ad es. Åberg e Rimmo, 1998).

Il DBQ è originariamente un questionario self-report, è composto da 50 items a scelta multipla con risposte su scala Likert a cinque punti e viene utilizzato come predittore dell'autovalutazione degli incidenti stradali riportati dai conducenti. Il DBQ, che deriva dalla teoria degli errori di Reason, si concentra su ciò che viene definito "comportamento di guida aberrante" (Wählberg et al., 2011). Il questionario infatti chiede di valutare, con una serie di domande strutturate, la frequenza con cui i conducenti mettono in atto diversi comportamenti di guida al fine di riuscire successivamente a fare una distinzione tra errori e violazioni in un compito di guida.

Infatti, il DBQ indaga diversi comportamenti tramite due sotto scale: gli errori, che a loro volta includono gli *slips/lapses* e i *mistakes*, e le violazioni, che includono violazioni intenzionali e non intenzionali.

Gli errori dei conducenti sono considerati azioni involontarie che possono comportare rischi per se stessi e per gli altri utenti della strada. Gli errori rappresentano una valutazione errata di una situazione stradale o una mancanza di abilità nel condurre il veicolo. Le violazioni sono, invece, dei comportamenti deliberati o situazionali che implicano una violazione del codice stradale e che hanno conseguenze potenzialmente pericolose sugli altri utenti. Gli errori, in generale, risultano meno intenzionali delle violazioni e con un grado inferiore di pericolosità (De Winter e Dodou, 2010). Questa distinzione è fondamentale poiché consente una comprensione più chiara del comportamento dei conducenti.

Gli *slips* sono azioni visibili che non vengono eseguite correttamente nonostante l'intenzione corretta, e sono spesso causati da errori

nell'esecuzione di un'azione pianificata. I *lapses*, invece, rappresentano fallimenti interiori rispetto a un'azione già decisa, in cui il conducente non riesce a portare a termine un'azione programmata o non ricorda di averla eseguita, evidenziando una mancanza di attenzione o di memoria. Entrambi sono classificati come errori basati sulla competenza (Reason et al., 1990).

I *mistakes* derivano da scelte sbagliate fatte dal conducente mentre guida, spesso a causa di una scarsa conoscenza del codice stradale o di una valutazione errata dell'ambiente circostante. Questi vengono classificati come errori di livello cognitivo (Reason et al., 1990).

Le violazioni, infine, sono comportamenti intenzionali che violano le norme del traffico e che mettono a repentaglio la sicurezza stradale. Possono essere intenzionali o non intenzionali, a seconda della consapevolezza del conducente riguardo alle proprie azioni (Reason et al., 1990). Di seguito, viene presentata la Tabella 1 che fornisce degli esempi di item per ogni tipo del sotto-scala del DBQ.

<i>Slips</i>	Leggere male la segnaletica stradale.
<i>Lapses</i>	Avere un ricordo poco chiaro della strada appena percorsa.
<i>Mistakes</i>	L'incapacità di valutare correttamente lo spazio durante le manovre di parcheggio può portare alla collisione, o quasi, con un veicolo adiacente.
Violazioni intenzionali	Attraversare un incrocio quando il semaforo è rosso.
Violazioni non intenzionali	Superare involontariamente il limite massimo di velocità consentito per quella specifica zona stradale.

Tabella 1. Esempi di item per ogni tipo di sotto-scala del DBQ.

La validità e l'affidabilità del DBQ sono state ampiamente corroborate da varie indagini nella letteratura accademica. Uno studio condotto da de Winter e Dodou (2010) si è concentrato sull'esaminare le correlazioni tra i fattori di rischio per la sicurezza stradale ed i comportamenti dei conducenti utilizzando il DBQ come predittore degli incidenti stradali. Questo studio mostra come risulti esserci una correlazione significativa tra errori e violazioni, che ha portato ad identificare come fattori di rischio

di incidenti la velocità e l'aggressività alla guida. Inoltre, è emerso che i giovani conducenti maschi tendono ad essere più inclini a comportamenti di rischio rispetto ad altri gruppi demografici e che gli uomini solitamente commettono meno errori e più violazioni rispetto alle donne.

Una ricerca condotta da Li et al. (2017) ha confermato questi risultati, sottolineando l'efficacia del DBQ nel rilevare gli stili di guida e nel prevedere comportamenti rischiosi sulla strada. I risultati mostrano che le conducenti di sesso femminile e i conducenti anziani o con meno esperienza tendono a guidare in modo più attento e prudente. Questi risultati evidenziano che l'uso del DBQ sia un elemento chiave per promuovere una guida più sicura e, in particolare, per implementare e sviluppare sistemi avanzati di assistenza alla guida (ADAS).

Inoltre, in una ricerca condotta da Wahlberg et al. (2011), la validità del DBQ è stata confermata dalla capacità delle violazioni e degli errori di essere predittori significativi degli incidenti stradali. Tuttavia, è stato rilevato che il questionario potrebbe comportare il rischio di segnalazione falsa se utilizzato come unico strumento per prevedere gli incidenti. Il concetto di "segnalazione falsa" si riferisce alla possibile distorsione delle informazioni fornite dai partecipanti che potrebbero risultare inaccurate oppure incomplete. Questo fenomeno, quindi, potrebbe compromettere la validità dei risultati ottenuti, in quanto i partecipanti nel rispondere alle domande potrebbero risultare non del tutto onesti dimostrandosi riluttanti nel confessare dei comportamenti rischiosi commessi. La presenza di segnalazioni false rappresenta dunque una sfida metodologica per l'interpretazione dei dati raccolti del questionario.

Il DBQ, quindi, si è consolidato come uno strumento affidabile e valido per la valutazione dei comportamenti dei conducenti e per lo sviluppo di interventi che servono per migliorare la sicurezza stradale, come evidenziato dal diffuso utilizzo in studi nazionali ed internazionali nell'ambito della Psicologia del Traffico.

1.2.2 Il Dula Dangerous Driving Index (DDDI)

Il DDDI è un questionario per valutare gli stili di guida composto da 28 items. Esso prende in considerazione tre categorie di comportamenti: la guida aggressiva, la guida rischiosa e la guida influenzata da emozioni negative (Sánchez-López et al., 2024).

Il questionario fornisce anche un punteggio totale che sta ad indicare una misura complessiva del comportamento di guida pericolosa. Tuttavia, è anche possibile suddividere il DDDI in sotto-scale in base alla specifica infrazione commessa. Questo approccio consente un'analisi più dettagliata dei diversi comportamenti rischiosi adottati dai conducenti. Pertanto, oltre a valutare il livello generale di guida pericolosa, l'utilizzo delle sotto-scale consente di individuare e comprendere meglio i comportamenti specifici che contribuiscono al rischio di incidenti stradali (Willemsen et al., 2007).

La valutazione degli items avviene tramite una scala Likert composta da 5 punti, con il valore "1" che indica la frequenza "mai" ed il valore "5" che indica la frequenza "sempre". Questa procedura consente di ottenere un punteggio per ciascuna sotto-scala ed un punteggio totale ottenuto dalla somma dei 28 items inclusi nel questionario.

Lo studio di validazione del questionario è stato condotto su 119 studenti universitari al fine di indagare i comportamenti di guida rischiosi e le disposizioni caratterizzate da aggressività e rabbia (Dula e Ballard, 2003). I risultati delle analisi mettono in evidenza che gli uomini tendono ad adottare maggiormente uno stile di guida rischioso e manifestano più rabbia durante la guida. Inoltre, i ricercatori dichiarano che i comportamenti di guida rischiosi correlano in modo significativo con le infrazioni commesse su strada e la propensione a causare incidenti confermando la validità del questionario. Questi dati confermano la validità del DDDI e sottolineano l'importanza di analizzare gli aspetti comportamentali ed emotivi nella valutazione dei comportamenti di guida (Dula e Ballard, 2003).

Nell'ambito della Psicologia del Traffico, l'aggressività si riferisce a comportamenti, spesso alimentati da sentimenti di disprezzo, che possono

mettere in pericolo gli altri utenti della strada. Questo concetto è stato analizzato attraverso diverse dimensioni, tra cui la guida aggressiva, la guida rischiosa e la manifestazione di emozioni negative durante la guida (Dula e Ballard, 2003).

La guida aggressiva viene valutata tramite 7 items che riflettono comportamenti quali l'irritarsi facilmente durante la guida, la propensione a superare i limiti di velocità e l'incitamento verso altri conducenti ad adottare comportamenti pericolosi. La guida rischiosa, invece, viene esplorata attraverso 12 items che valutano ad esempio la tendenza a mantenere distanze di sicurezza ridotte rispetto ad altri veicoli oppure a violare le norme del codice stradale. Infine, l'esperienza di emozioni negative durante la guida è indagata tramite 9 items che esaminano aspetti quali la tendenza a guidare sotto stress oppure ad essere influenzati da emozioni intense mentre si è alla guida (Sánchez-López et al., 2024).

La guida aggressiva porta con sé diverse conseguenze negative, tra cui un'elevata probabilità di essere coinvolti in incidenti stradali, alcuni dei quali possono risultare fatali. Inoltre, comporta un incremento delle infrazioni al codice della strada, come il superamento dei limiti di velocità, i sorpassi rischiosi e le violazioni dei semafori rossi, rendendo così l'esperienza di guida più stressante e frustrante. L'aggressività al volante può anche intensificare i conflitti con altri automobilisti e con le autorità preposte alla regolamentazione del traffico. Infine, ha un effetto negativo sulla salute mentale e fisica sia del conducente sia degli altri utenti della strada (Dula e Ballard, 2003).

In uno studio di Richer e Bergeron (2012) si è osservato che la guida aggressiva è correlata negativamente all'impulsività. Questo risultato apparentemente controintuitivo, potrebbe essere interpretato considerando che nei contesti di guida il senso di anonimato può incoraggiare anche individui non tipicamente impulsivi ad esprimere comportamenti aggressivi.

Mizell (1997) ha condotto una ricerca sull'effetto della guida aggressiva sulla sicurezza stradale. In 6 anni, Mizell ha analizzato dei dati

sugli incidenti causati da una guida aggressiva, rilevando un aumento costante di questo tipo di episodi. Ha definito la guida aggressiva come un atto intenzionale in cui un conducente attacca un altro utente della strada dopo una disputa nel traffico per infliggere dei danni oppure anche uccidere l'altra persona.

La guida influenzata da emozioni negative avviene quando l'individuo, mentre guida, prova emozioni come rabbia, frustrazione e stress che aumentano la probabilità di mettere in atto comportamenti rischiosi. All'interno del questionario alcuni esempi di affermazioni che indicano una guida influenzata da emozioni negative possono essere: "mi trovo alla guida quando sono arrabbiato oppure agitato", "perdo la pazienza mentre guido" e "mi arrabbio quando mi trovo bloccato nel traffico" (Dula e Ballard, 2003).

Lo studio di Richer e Bergeron (2012) ha anche mostrato una correlazione significativa tra la guida caratterizzata da emozioni negative e la guida aggressiva in base al profilo psicologico individuale, confermando il fatto che i guidatori che sperimentano emozioni negative alla guida tendono ad esprimere una maggiore aggressività durante la guida.

La guida rischiosa presenta dei comportamenti che aumentano la probabilità di incorrere in incidenti stradali, come l'eccesso di velocità, la guida sotto l'influenza di alcol o sostanze stupefacenti, la disattenzione e la distrazione durante la guida. Alcuni esempi di affermazioni che evidenziano una guida rischiosa includono "ritengo sia mio diritto raggiungere la mia destinazione il più rapidamente possibile" e "mi considero una persona che corre rischi" (Dula e Ballard, 2003; pag. 282).

La guida rischiosa è correlata a tratti di personalità come la propensione al rischio, la ricerca di sensazioni e l'impulsività. Questo significa che gli individui che manifestano tali tratti caratteriali tendono ad adottare comportamenti di guida più rischiosi ed aggressivi rispetto a coloro che non presentano tali caratteristiche (Dula e Ballard, 2003).

Gli atteggiamenti svolgono poi un ruolo importante nella previsione dei tre tipi di comportamento appena descritti. Infatti, gli individui che mostrano un orientamento verso uno stile di guida rischioso, aggressivo o caratterizzato da emozioni negative tendono a manifestare le rispettive reazioni emotive con maggiore frequenza durante la guida rispetto a coloro che adottano una prospettiva negativa verso questi tipi di comportamento. La teoria del comportamento pianificato (Ajzen, 1991) spiega come gli atteggiamenti, le norme soggettive ed il controllo comportamentale influenzano il comportamento dei conducenti (Richer e Bergeron, 2012). Questa teoria afferma che i comportamenti favorevoli alla guida rischiosa, una percezione di norme sociali che supportano questi comportamenti ed un elevato senso di controllo comportamentale possono portare i conducenti a manifestare più frequentemente questo tipo di atteggiamento e stato emotivo.

La validità e l'affidabilità del DDDI sono state confermate da uno studio condotto da Richer e Bergeron (2012). I risultati di questa ricerca dimostrano che il questionario ha una solida validità interna, poiché il punteggio totale ottenuto al DDDI correla in modo significativo con i comportamenti influenzati da emozioni negative. Le analisi, inoltre, confermano anche la validità esterna del DDDI, poiché è stato dimostrato che se l'individuo ottiene un punteggio alto al questionario è probabile che abbia commesso un numero alto di incidenti e di violazioni sulla strada.

2. STRUMENTI DI VALUTAZIONE DEI PREREQUISITI PER LA GUIDA

La valutazione dei prerequisiti cognitivi è essenziale per comprendere e migliorare la sicurezza stradale. Sono stati creati vari strumenti per analizzare le competenze cognitive dei conducenti, fondamentali per garantire una guida sicura ed efficiente. In questa sezione, verrà descritto uno dei principali strumenti: il Vienna Test System Traffic (VTS-Traffico) attualmente utilizzato per questo scopo.

2.1 Prerequisiti per la guida

La conduzione di un veicolo costituisce un'attività complessa che implica una sinergia tra capacità cognitive, psicomotorie e percettive. Le funzioni esecutive rivestono un ruolo fondamentale nel controllo del comportamento intenzionale ed orientato agli obiettivi, facilitando la presa di decisioni, la pianificazione, l'organizzazione e la gestione di compiti complessi. La compromissione di tali fattori può avere delle ripercussioni sulla sicurezza stradale. Il concetto di *fitness to drive* riguarda la capacità di una persona di guidare un veicolo in modo sicuro e responsabile. La valutazione di questa capacità è fondamentale per prevenire incidenti legati a disabilità, disturbi medici e cognitivi o ad altri fattori che possono influenzare la guida (Asimakopulos et al., 2012; Ciceri, 2017).

Nel contesto italiano, l'ISTAT riporta che nel 2022 si sono verificati 165.889 incidenti stradali con lesioni a persone, che hanno causato la morte di 3.159 individui. I dati mostrano un aumento del 9,9% nei decessi e del 9,2% nel numero totale di incidenti rispetto all'anno precedente (Istat, 2022). Le principali cause degli incidenti stradali sono molteplici, tra cui la distrazione, il mancato rispetto della precedenza e l'eccesso di velocità, che causano il 38,1% degli incidenti. Inoltre, l'abuso di alcol e sostanze stupefacenti è correlato significativamente agli incidenti stradali,

e i dati indicano un incremento rispetto al 2021 per quanto riguarda questo aspetto.

Questi dati segnalano la necessità, in sede di valutazione delle capacità cognitive e psicomotorie dei conducenti, di identificare e mitigare i fattori che contribuiscono agli incidenti stradali. La valutazione della *fitness to drive* riguarda pertanto le abilità fisiche, la percezione visiva, le competenze cognitive superiori, incluse le funzioni esecutive. Le funzioni esecutive sono un costrutto che comprende elementi fondamentali come la memoria di lavoro, la pianificazione, l'organizzazione, la flessibilità cognitiva e l'inibizione della risposta. La memoria di lavoro è definita come "il processo esecutivo responsabile della memorizzazione temporanea e della manipolazione delle informazioni, sia in attività cognitive semplici che complesse" (Asimakopulos et al., 2012; pag. 403). La pianificazione viene descritta come "la capacità di immaginare sia le idee contenute in una strategia sia i passi necessari per la sua attuazione" (Asimakopulos et al., 2012; pag. 403). La flessibilità cognitiva rappresenta "la capacità di adattare il pensiero a nuove regole e procedure" (Asimakopulos et al., 2012; pag.403), mentre l'inibizione della risposta è "la capacità di sopprimere azioni automatiche inappropriate in contesti specifici" (Asimakopulos et al., 2012; pag. 403). Strumenti come il Trail Making Test (TMT) e il Maze Task hanno dimostrato una solida validità predittiva nella valutazione della guida sicura, misurando la flessibilità cognitiva e l'inibizione della risposta (Asimakopulos et al., 2012).

Sebbene le funzioni esecutive siano importanti, non sono l'unico elemento che determina un miglioramento nella sicurezza stradale. Uno studio di Le Denmat et al. (2023) ha confermato che, oltre alle funzioni esecutive, ci sono molti fattori che possono influenzare le capacità di guida, come la propensione al rischio.

Le forme di inibizione cognitiva (ad es. il controllo inibitorio) sono fondamentali per garantire il controllo di pensieri e comportamenti di fronte a stimoli specifici, soprattutto in situazioni di emergenza alla guida.

L'attenzione, in tutte le sue forme, risulta essere un altro fattore importante per una guida sicura. L'attenzione selettiva consente di focalizzarsi su informazioni rilevanti in un ambiente ricco di stimoli, facilitando l'identificazione e la risposta ai pericoli stradali (Pollatsek et al., 2006). Mantenere un'attenzione sostenuta è fondamentale per rimanere concentrati durante lunghi tratti di strada monotoni, mentre l'attenzione distribuita consente di monitorare più stimoli contemporaneamente, risultando necessaria per rispondere a segnali ambientali e situazioni di traffico (Ciceri et al., 2017). Tuttavia, gli stimoli che attirano l'attenzione possono distogliere la concentrazione dalla strada; tuttavia, i conducenti esperti di solito riescono a riorientare rapidamente la loro attenzione ed escludere le informazioni non pertinenti (Chan et al., 2010).

La memoria procedurale è un tipo di memoria a lungo termine che si occupa dell'apprendimento delle abilità motorie e dei processi cognitivi, come suonare uno strumento musicale o guidare un veicolo. La memoria procedurale è un tipo di memoria implicita poiché non richiede un accesso consapevole. Infatti, le conoscenze acquisite tramite la memoria procedurale derivano principalmente dalla pratica e dalla ripetizione. La memoria procedurale permette di eseguire movimenti complessi alla guida senza doverci pensare in modo attivo e rendendo le operazioni di guida più fluide (Bouyeure e Noulhiane, 2020).

Le capacità visuo-spaziali, come la stima delle distanze e delle velocità, sono fondamentali per manovre sicure come i cambi di corsia o le svolte (Deng et al., 2021). Tra le caratteristiche visive essenziali per una guida sicura ci sono l'acuità visiva, il campo visivo, la percezione del contrasto, la discriminazione dei colori e la sensibilità al movimento. Questi aspetti sono fondamentali per riconoscere oggetti e potenziali pericoli, identificare segnali stradali e rispondere a cambiamenti dinamici nell'ambiente (Thorslund e Strand, 2016). L'importanza crescente dei test cognitivi e degli esami visivi tradizionali sottolinea la necessità di una

valutazione completa delle capacità visive e cognitive per garantire un sistema stradale sicuro ed efficace.

Il lavoro di Vetter et al. (2018) fornisce un'analisi approfondita dei fattori cognitivi e di personalità, evidenziando l'importanza di una valutazione integrata di questi aspetti per garantire la sicurezza stradale. Tra i fattori cognitivi chiave identificati, il tempo di reazione, definito come il tempo che intercorre tra la percezione di un pericolo e la risposta del conducente, emerge come un elemento importante per la sicurezza stradale, poiché, come detto in precedenza, una risposta rapida a stimoli imprevisti è fondamentale per prevenire gli incidenti. La concentrazione è altrettanto importante perché è definita come la capacità di mantenere un'attenzione costante per lunghi periodi; altrimenti, la distrazione può aumentare il rischio di incidenti. La capacità di acquisire una visione d'insieme consente ai conducenti di percepire ed interpretare l'intera situazione stradale, facilitando una gestione più efficace dei potenziali pericoli. Inoltre, la tolleranza allo stress reattivo è rilevante per mantenere la calma e la concentrazione durante le situazioni caratterizzate da alta pressione. Vetter et al. (2018) sottolineano l'importanza di considerare l'interazione tra i fattori cognitivi e di personalità, poiché essi non operano in isolamento ma si influenzano reciprocamente nella determinazione della prestazione di guida. Pertanto, l'abilità di guida deve essere valutata con un'analisi complessiva di come questi elementi interagiscono tra loro e contribuiscono globalmente alla sicurezza stradale.

Infine, la teoria dell'autodeterminazione è stata utilizzata in questo contesto per analizzare le varie forme di regolazione del comportamento e i loro effetti sui comportamenti di guida rischiosi. Questa teoria fa una distinzione tra regolazioni comportamentali interne ed esterne. Essa mette in evidenza l'importanza dell'autonomia, della competenza e della reciprocità nel sostenere la regolazione interna del comportamento. Di conseguenza, le ricerche che hanno utilizzato questa teoria hanno mostrato come fattori come il genere, la percezione del rischio, l'uso del

cellulare e la velocità possano influenzare la regolazione del comportamento (Watson-Brown et al., 2024).

In conclusione, una guida sicura implica un'integrazione complessa di competenze cognitive, fisiche e percettive. La valutazione della *fitness to drive* richiede l'utilizzo di strumenti che misurino le funzioni cognitive superiori, la percezione del rischio e le abilità visuo-spaziali per offrire un'analisi completa delle abilità del conducente ed in questo modo contribuire a ridurre gli incidenti (Ciceri et al., 2017; Vetter et al., 2018; Wetton et al., 2010).

2.2 Vienna Test System-Traffico (VTS-Traffico)

Il Vienna Test System-Traffico (VTS-Traffico) è uno strumento ampiamente utilizzato per la valutazione psicologica dei conducenti che combina diversi test standardizzati per misurare le capacità cognitive e psicomotorie rilevanti per la guida. Questo sistema è parte del Vienna Test System (VTS), un insieme di test computerizzati sviluppato nel 1986 dall'azienda austriaca Schuhfried che è stata fondata da Gernot Schuhfried negli anni '50. Il VTS comprende 120 test acquistabili e trova applicazione in vari ambiti della psicologia, tra cui l'ambito clinico, neuropsicologico, del lavoro, dello sport ed infine del traffico. Nel contesto del traffico, è noto come VTS-Traffico ed include la batteria di test DRIVESC (Fitness to Drive Screening), progettata per valutare la *fitness to drive*, ovvero l'idoneità alla guida. Questa batteria, sviluppata e validata a Vienna, si basa su letteratura scientifica, studi empirici e considerazioni legali (Schuhfried, 2021).

Il VTS è quindi un test digitale che ha molti vantaggi rispetto ai test cartacei, come il risparmio di tempo, la standardizzazione del contenuto e della procedura e l'oggettività del punteggio, che non dipende mai dall'esperienza dello sperimentatore.

La batteria DRIVESC è composta da tre prove che esaminano i prerequisiti cognitivi necessari per una guida sicura, come la rapidità dei tempi di reazione, le funzioni esecutive, l'attenzione, il processo

decisionale e le abilità visuo-spaziali. Questa batteria si basa su modelli teorici rilevanti, quali la teoria dell'azione del comportamento di guida (Groeger, 2002), il modello gerarchico di adattamento comportamentale ed incidenti stradali (Summala, 1997) ed il modello gerarchico di Michon (1979).

La teoria dell'azione del comportamento di guida di Groeger (2002) sostiene che il comportamento di guida è un'azione complessa che richiede l'apprendimento di diverse abilità. Groeger distingue tre abilità principali: la capacità di controllare il veicolo utilizzando i comandi in modo coordinato (ad es. uso coordinato di volante, pedali ed altre interfacce del veicolo), la capacità di interagire in sicurezza con altri veicoli (ad es. la distanza di sicurezza) e la capacità di avere consapevolezza della situazione stradale (ad es. individuare i pericoli sul manto stradale ed adeguare la propria condotta all'ambiente esterno). Queste abilità si sviluppano gradualmente attraverso la pratica. Nello specifico, le prestazioni migliorano rapidamente nelle fasi iniziali dell'apprendimento e poi si stabilizzano e continuano a migliorare più lentamente con ulteriore pratica, fino a diventare quasi automatiche. Le abilità evidenziate nella teoria di Groeger (2002) vengono valutate nei test inclusi nella batteria DRIVESC.

Il modello gerarchico di adattamento comportamentale ed incidenti stradali, sviluppato da Summala nel 1997, è importante per la gestione del comportamento del conducente ed il rischio associato alla navigazione nel traffico. Questo modello suggerisce come il comportamento del conducente si adatti a tre livelli gerarchici di coinvolgimento cognitivo:

- **Controllo automatico:** applicabile a situazioni di guida in cui il comportamento è completamente automatico e richiede un minimo coinvolgimento cognitivo (ad es. il mantenimento della corsia su una strada dritta e ben segnalata). Il DRIVESC valuta le capacità motorie e di reazione automatica, come la velocità di reazione e la velocità motoria;

- Controllo attenzionale automatico: è definito dai comportamenti che richiedono un certo grado di attenzione, sebbene limitato (ad es. rallentare in una curva). Il DRIVESC valuta l'attenzione e le funzioni esecutive in quanto richiede un monitoraggio costante ed un adattamento moderato delle azioni del partecipante;
- Adattamento attenzionale controllato: si manifesta in situazioni che richiedono un elevato livello di coinvolgimento cognitivo, per esempio guidare in condizioni meteorologiche avverse). Il DRIVESC consente di valutare la tolleranza allo stress e le abilità visuo-spaziali, che risultano essere delle abilità fondamentali per un'elaborazione rapida delle informazioni.

Il modello di Summala offre una struttura teorica per comprendere come i conducenti adattano il loro comportamento in base alle esigenze cognitive delle situazioni di guida. Il DRIVESC utilizza questa struttura per fornire una valutazione dettagliata delle competenze del conducente a ciascun livello gerarchico.

Il modello gerarchico di Michon (1979) descrive la struttura dei processi di guida attraverso tre livelli: strategico, tattico ed operativo. Il livello strategico riguarda la pianificazione del tragitto e la scelta della velocità, per cui implica decisioni a lungo termine che influenzano l'intero viaggio. Il livello tattico si concentra sulla gestione della posizione del veicolo rispetto agli altri utenti della strada, sulle distanze di sicurezza e sulle manovre appropriate. Questo livello comporta decisioni a medio termine, come il sorpasso oppure l'adattamento della velocità alle condizioni del traffico. Infine, il livello operativo riguarda le azioni quotidiane di guida, come l'accelerazione, la frenata ed il controllo del volante. Questo livello comporta operazioni a breve termine e reazioni immediate per mantenere il controllo del veicolo. Questi tre livelli lavorano in modo coordinato per garantire una guida sicura ed efficace.

Il DRIVESC applica il modello gerarchico di Michon per valutare i comportamenti di guida in relazione ai tre livelli descritti. Questo

approccio consente una valutazione stratificata delle competenze del conducente, individuando aree di miglioramento a ciascun livello gerarchico. A livello strategico, infatti, il DRIVESC valuta la capacità del guidatore di pianificare percorsi sicuri, scegliere velocità appropriate e prendere decisioni a lungo termine, in modo tale da garantire una gestione efficace delle situazioni di guida complesse. A livello tattico esamina la gestione della posizione del veicolo e le manovre. Per quanto riguarda il livello operativo, il DRIVESC valuta la velocità e la precisione con cui il partecipante risponde durante i test ideati, per capire se reagisce in modo tempestivo alle situazioni che si presentano sulla strada.

Inoltre, il concetto di *fitness to drive* (idoneità alla guida) è fondamentale per identificare e prevenire comportamenti di guida rischiosi. In questo contesto, il VTS-Traffico rappresenta uno degli strumenti più completi ed affidabili disponibili per questo scopo.

2.2.1 Struttura e modalità di utilizzo

Il VTS-Traffico è composto da dei test al computer progettati per valutare vari aspetti della capacità di guida come il tempo di reazione, l'attenzione selettiva, la capacità di multitasking e la gestione dello stress.



Figura 1. Strumentazione Vienna Test System utilizzata per la somministrazione del DRIVESC.

Nella Figura 1 è illustrata la strumentazione universale del VTS progettata per garantire l'esecuzione dei test con una precisione temporale fino ai millisecondi. Come mostrato nel pannello in alto a destra della Figura 2, la strumentazione include un monitor LCD per la visualizzazione delle istruzioni e dei test, che facilita l'interazione visiva dell'utente con il sistema.

Per assicurare un adeguato isolamento acustico durante i test, sono fornite delle cuffie che riducono le distrazioni esterne. Nel pannello in basso della Figura 2, viene mostrato il pannello di risposta ergonomico, essenziale per la risposta dell'utente, che è dotato di sette tasti colorati e dieci tasti numerati progettati per garantire una facile accessibilità ed una risposta rapida. Il pannello è accompagnato da un sensore, due joystick e due manopole di rotazione: questi sono degli strumenti indispensabili per l'esecuzione di specifici test che richiedono un controllo ben specifico.

Alcuni test del sistema richiedono l'utilizzo di pedali neri contrassegnati da "R" che sta per *right* e "L" che sta per *left* (Figura 2, pannello in alto a sinistra), i quali sono essenziali per la valutazione della coordinazione e dei tempi di reazione del partecipante. Tale strumentazione permette di ottenere misurazioni accurate delle capacità cognitive dei soggetti.



Figura 2. Strumentazione utilizzata nel dettaglio: i pedali, il monitor LCD e il pannello di risposta

Il laboratorio di Psicologia Generale dell'Università degli Studi di Padova possiede quattro test del VTS-Traffico e l'intera batteria DRIVESC, composta da tre prove principali.

I principali test inclusi nel DRIVESC sono il Reaction Test (RT/S3), il Determination Test (DT/S1) e l'Adaptive Tachistoscopic Traffic Perception Test (ATAVT/S1).

Il Reaction Test misura la velocità di reazione e la velocità motoria per valutare la capacità di reazione del partecipante, in quanto è stato dimostrato che una reazione lenta aumenta il rischio di incidenti stradali. Durante il test, il partecipante deve rispondere rapidamente a dei segnali visivi e acustici utilizzando il pannello di risposta e le cuffie. In particolare, egli deve rispondere a una combinazione di stimoli pertinenti (un suono acuto e un segnale giallo) e ignorare quelli non pertinenti. L'uso di un pulsante di riposo e di un pulsante di reazione permette di distinguere tra tempo di reazione e tempo motorio. Per eseguire correttamente il test, infatti, il partecipante deve tenere un dito su un pulsante giallo dorato, che funge da sensore, e poi spostarlo su un pulsante nero rettangolare quando rileva la combinazione di stimoli corretta. La durata del test è di circa sei minuti (Schuhfried, 2021).

Il Determination Test misura la tolleranza reattiva allo stress e la capacità di reazione sotto pressione. Questo test valuta la resilienza reattiva, ovvero la capacità di un individuo di rispondere in modo efficace a stimoli complessi in condizione di pressione temporale (Schuhfried, 2021). Lo stress alla guida è una delle cause principali degli incidenti stradali, poiché agisce sulle capacità decisionali e sulla consapevolezza situazionale. Inoltre, alcune ricerche hanno identificato la relazione tra lo stress alla guida e varie risposte psicofisiologiche, come la variabilità della frequenza cardiaca e la conduttanza cutanea. Queste ricerche evidenziano l'importanza di considerare lo stress come un fattore critico nella sicurezza stradale (Kim et al., 2020).

Durante il test, i partecipanti rispondono a stimoli visivi ed uditivi premendo il pulsante corrispondente. Gli stimoli cambiano

frequentemente ed in modo imprevedibile simulando situazioni di stress reale. Al partecipante viene richiesto di reagire in modo corretto mediante la pressione del pulsante appropriato (per esempio uno stimolo giallo richiede l'azione sul pulsante giallo). La velocità di comparsa degli stimoli si adatta alla velocità di risposta del soggetto, aumentando la difficoltà del test (Schuhfried, 2021). Infatti, più il partecipante sarà rapido nel rispondere agli stimoli, più velocemente gli stimoli compariranno. Anche questo test dura circa sei minuti e, per questo test, il partecipante utilizza il pannello ergonomico di risposta, i pedali e le cuffie (Schuhfried, 2021).

L'Adaptive Tachistoscopic Traffic Perception Test è un test sulla capacità di percezione ed attenzione del partecipante attraverso l'osservazione di fotografie di situazioni di traffico ed il successivo ricordo dei dettagli. La capacità di comprendere situazioni visive complesse nel più breve tempo possibile è molto importante durante la guida. La durata del test è di circa 15 minuti ed anche in questo caso si utilizza il pannello di risposta (Schuhfried, 2021).

La batteria DRIVESC analizza in particolar modo l'abilità di reazione di un individuo, legata all'elaborazione percettiva ed alla valutazione emotiva della situazione. In tutti questi processi la velocità di risposta è di fondamentale importanza (Ciceri et al., 2017). La velocità di risposta comprende sia la velocità di reazione, ossia il tempo tra la presentazione di uno stimolo e l'inizio della risposta del soggetto, sia la velocità motoria, intesa come il tempo tra l'inizio ed il completamento della risposta motoria. Come detto in precedenza, ritardi in queste velocità possono aumentare il rischio di incidenti (Drożdziel et al., 2020).

Nell'ambito della Psicologia del Traffico, inoltre, l'intervallo psicotecnico di percezione e reazione è molto importante per comprendere le dinamiche che conducono alla prevenzione degli incidenti stradali. Questo intervallo si riferisce al tempo necessario affinché un conducente percepisca un pericolo, lo riconosca, prenda una decisione su come affrontarlo ed esegua le azioni motorie necessarie, come rilasciare l'acceleratore ed azionare il pedale del freno. Questo intervallo è da

considerarsi generalmente compreso tra 0,5 e 1,5 secondi, ma dipende dallo stato psicofisico del conducente. Nel caso di utilizzo di sostanze psicoattive, infatti, l'intervallo si può dilatare, aumentando notevolmente il rischio di incidenti (Ciceri et al., 2017).

Il Vienna Risk-taking Test Traffic (WRBTV), che misura la propensione al rischio del conducente in situazioni di traffico, è un altro test presente nel VTS-Traffico. La sua validità è confermata in uno studio di Nayum (2008) che dimostra che esiste una correlazione significativa tra le decisioni prese in modo frettoloso e un aumento del rischio di incidenti stradali. Si ritiene infatti che l'impulsività, intesa come la mancanza di premeditazione prima di agire, possa portare a una pianificazione delle decisioni poco accurata che aumenta la probabilità di commettere un incidente.

In questo test, viene chiesto al partecipante di osservare dei filmati che presentano delle scene di rischio e di prendere delle decisioni, ad esempio quando svoltare a sinistra su una strada innevata. In particolare, al partecipante viene fatto vedere il video due volte, in modo tale che la seconda volta sia in grado di premere un tasto sul pannello di risposta quando ritiene di non essere più sicuro nell'effettuare la manovra richiesta. Il test misura il tempo che intercorre tra l'inizio del video e il momento in cui il partecipante preme il pulsante. Il WRBTV è formato da 24 filmati e ha una durata di circa 18 minuti.

Il WRBTV si basa sul modello omeostatico del rischio di Wilde (1982), che sostiene che i guidatori mantengano un livello soggettivamente accettabile di rischio. L'autore spiega che quando il rischio percepito è inferiore al livello accettabile stabilito, i conducenti possono adottare comportamenti più rischiosi per riallineare il rischio percepito al loro livello desiderato. Viceversa, se il rischio percepito supera il livello accettabile, i conducenti tendono a comportarsi in modo più prudente. Questo modello spiega perché le misure di sicurezza stradale, che vanno dall'installazione di dispositivi di sicurezza nei veicoli alla progettazione delle intersezioni in aree urbane e rurali, spesso non riducono gli incidenti,

poiché i miglioramenti nella sicurezza percepita inducono a comportamenti più rischiosi.

Un grande vantaggio del WRBTV è che non si basa su una valutazione self-report, come i questionari DBQ e DDDI utilizzati in questa ricerca, ma si basa su un indice oggettivo.

Per questa ricerca si è deciso di utilizzare una batteria con i seguenti test: il Reaction test, il Determination Test ed il WRBTV. Da ogni test possono essere estratte determinate variabili utili per le analisi.

Il Reaction Test fornisce una serie di variabili che misurano diversi aspetti della reazione del partecipante:

- BT: indica il Tempo di Elaborazione (**TElab**);
- FR: indica il numero di Falsi Allarmi, ovvero la frequenza con cui i partecipanti hanno risposto a stimoli che non richiedevano una risposta (**Falsi Allarmi**);
- NR: indica il numero di Reazioni Mancate (**ReazManc_RT**);
- RR: indica il numero di Reazioni Corrette (**ReazCorr**);
- UR: indica il numero di Reazioni Incomplete (**ReazIncomp**);
- MRZ: indica la Velocità di Reazione (**VelReaz**), cioè il tempo in millisecondi che intercorre tra la presentazione dello stimolo ed il momento in cui il dito del soggetto si stacca dal pulsante di riposo;
- OMRZ: è la Velocità di Reazione Logaritmizzata trasformata con il metodo Box-Cox per approssimarsi meglio alla distribuzione normale (**VelReaz_Log**);
- SDRZ: è la misura di dispersione della velocità di reazione, cioè la Deviazione standard della Velocità di Reazione (**VelReaz_DS**);
- OSDRZ: indica la misura di dispersione della velocità di reazione, cioè la Deviazione standard della Velocità di Reazione Trasformata (**VelReazTrasf_DS**);

- RMRZ: è il valore normalizzato della Velocità di Reazione, che indica quanto sia corretto il risultato osservato (MRZ) rispetto al parametro (**VelReaz_norm**);
- MMZ: indica la Velocità Motoria (**VelMot**), cioè il tempo misurato in millisecondi che intercorre tra lo stacco del dito dal pulsante di riposo e la pressione del pulsante di risposta;
- OMMZ: indica la Velocità Motoria Logaritmizzata, trasformata con il metodo Box-Cox (**VelMot_Log**);
- SDMZ: indica la misura di dispersione della velocità motoria, ovvero la Deviazione standard della Velocità Motoria (**VelMot_DS**);
- OSDMZ: indica la misura di dispersione della velocità motoria, ovvero la Deviazione standard della Velocità Motoria Trasformata (**VelMotTrasf_DS**);
- RMMZ: indica il valore normalizzato della Velocità Motoria, che indica quanto il risultato osservato (MMZ) è corretto rispetto al parametro (**VelMot_norm**).

Il Determination Test valuta la capacità di reazione sotto stress e fornisce le seguenti variabili:

- A: numero di Reazioni Mancate, cioè le omissioni (**ReazManc_DT**);
- F: numero di Reazioni Scorrette, cioè le risposte sbagliate (**ReazScorr**);
- MDRT: Mediana del Tempo di Reazione misurata in secondi (**TR_Med**);
- R: Numero totali di Reazioni (**NReaz**);
- S: Numero di Stimoli ricevuti, che varia in base alla prestazione del partecipante. Infatti più veloce è la reazione, più stimoli vengono presentati durante la somministrazione del test (**NStim**);
- V: numero di Reazioni Ritardate, che avviene quando la risposta è corretta, ma in ritardo (**ReazRit**);

- Z: numero di Reazioni Tempestive, ovvero risposte veloci e corrette allo stimolo (**ReazTemp**);
- ZV: Resistenza Reattiva, che indica la capacità del partecipante di reagire correttamente sotto stress (**ResReat**).

Infine, il WRBTV fornisce una sola variabile denominata RVS (Risk Vulnerability Score), che sta ad indicare la disponibilità del partecipante a correre rischi nel traffico.

Si ritiene quindi che il VTS-Traffico e i suoi sottotest, come il DRIVESC, offrano una valutazione precisa dei prerequisiti cognitivi rilevanti per una guida sicura. Ogni variabile, infatti, offre informazioni specifiche su vari aspetti che riguardano il partecipante.

2.2.2 Validità come strumento di valutazione

Nella letteratura esistente, sono presenti numerosi studi che confermano la validità del VTS-Traffico. Questo strumento di valutazione è stato sviluppato originariamente in Austria per la valutazione dei prerequisiti cognitivi per il rilascio ed il rinnovo delle patenti di guida, ma ora è riconosciuto anche a livello internazionale per la sua efficacia nell'identificare le competenze necessarie per guidare in modo sicuro.

Uno studio condotto da Risser et al. (2008) ha esaminato l'efficacia dello strumento nel prevedere le capacità di guida utilizzando test standardizzati. Gli autori hanno impiegato reti neurali artificiali per analizzare i dati dei test, un approccio innovativo che consente di identificare modelli complessi nei risultati. Per garantire la validità dei risultati, sono state adottate diverse tecniche di convalida, tra cui la convalida a *jack-knife*, la convalida interna a *bootstrap* e l'uso di un campione di convalida indipendente.

Il primo metodo *jack-knife* permette di valutare la stabilità dei risultati creando molte versioni del dataset originale, ognuna delle quali esclude un singolo dato alla volta. Il secondo metodo *bootstrap* stima la variabilità dei risultati creando molte versioni del dataset originale estraendo casualmente campioni con sostituzione, cioè permettendo che alcuni dati

possano essere ripetuti. La convalida indipendente, infine, è il metodo utilizzato per identificare eventuali problemi oppure delle aree di miglioramento. In questo caso, infatti, il modello viene testato su un dataset completamente nuovo per capire se il modello è in grado di fornire previsioni accurate.

Studi successivi hanno confermato l'efficacia del VTS-Traffico nel valutare la capacità di guida in presenza di patologie neurologiche o psichiatriche. Hergovich et al. (2005) descrivono questo strumento di valutazione come un sistema esaustivo che integra valutazioni psicologiche, neuropsicologiche e psicofisiche. Questo sistema si rivela particolarmente utile per l'analisi delle competenze di guida nei soggetti che hanno subito incidenti stradali. Tra i test menzionati, il più indicato per valutare le abilità di guida sembra essere il WRBTV.

La validità del VTS-Traffico, inoltre, è stata ulteriormente confermata da altre ricerche. Una di queste è quella condotta da Nechtelberger (2020), che aveva come obiettivo quello di esaminare la relazione tra i tratti di personalità, l'intelligenza fluida, le prestazioni cognitive valutate con lo strumento e l'idoneità alla guida in un campione della popolazione austriaca. I risultati di questa ricerca mostrano come la personalità, l'intelligenza fluida e le prestazioni cognitive siano tutti fattori significativamente predittivi dell'idoneità alla guida.

Un altro studio rilevante per confermare la validità del VTS-Traffico è quello condotto da van der Sluiszen et al. (2021), che analizza la prestazione di guida in pazienti che assumono antidepressivi sedativi e benzodiazepine confrontandola con quella di un gruppo di controllo formato da individui sani. L'uso di antidepressivi sembra influenzare principalmente la deviazione standard della posizione laterale del veicolo (SDLP). I pazienti che assumono questi farmaci da meno di tre anni mostrano una maggiore variazione della velocità quando guidano, mentre coloro che li utilizzano da oltre tre anni non presentano differenze significative. In questo modo i ricercatori confermano che, anche in

questo contesto, il VTS-Traffico si dimostra uno strumento valido per la valutazione oggettiva delle prestazioni cognitive legate alla guida.

Un'ulteriore validazione del VTS-Traffico è quella proposta da Kaça et al. (2021). Questa ricerca si è proposta di andare ad indagare la validità predittiva di tre strumenti di assessment psicologico utilizzati in Turchia, che sono l'ART2020, il TRAFIKENT ed il VTS-Traffico. I risultati di questi strumenti sono stati poi confrontati con gli esiti delle prestazioni dei conducenti su strada. I risultati hanno mostrato che tutti e tre i sistemi sono ugualmente capaci di predire le prestazioni dei guidatori. Le capacità cognitive misurate dai diversi sistemi, però, presentano delle differenze, infatti in particolare il VTS-Traffico ha dimostrato una capacità distintiva nel valutare le abilità fondamentali per la guida sicura, come il tempo di reazione, l'attenzione e la coordinazione visuo-motoria, confermando la sua rilevanza nel contesto della valutazione psicologica.

In conclusione, il VTS-Traffico si conferma uno strumento valido per la valutazione dei prerequisiti alla guida. Il suo utilizzo gioca un ruolo fondamentale nella sicurezza stradale, poiché questo strumento di valutazione è in grado di predire le prestazioni di guida e di supportare la creazione di programmi di formazione specifici.

3. I SIMULATORI DI GUIDA

I simulatori di guida possono essere classificati in varie tipologie: simulatori di sistemi, di guida, medici e di impianti. In questa ricerca si parlerà dei simulatori di guida, che si focalizzano sulle interazioni tra il conducente ed il veicolo (Kaptein et al., 1996).

I simulatori di guida permettono di creare ambienti immersivi che simulano le sensazioni fisiche associate alla guida di un veicolo reale. Essi riproducono stimoli visivi, acustici e cinetici, permettendo ai conducenti di esperire l'accelerazione, la decelerazione e le manovre del veicolo come se fossero realmente alla guida di un motociclo (Biocca e Delaney, 1995).

I simulatori di guida rappresentano un'importante risorsa per valutare ed addestrare i conducenti, in quanto offrono un ambiente che espone l'utente a vari scenari di guida senza rischi associati alla guida reale.

Il campo visivo è essenziale nell'uso di un simulatore di guida. Kaptein (1996) ha sottolineato che un buon campo visivo può migliorare la percezione della profondità e la stabilità durante la guida, soprattutto in situazioni più complesse. Tuttavia, un aumento della complessità visiva della scena può compromettere la precisione di alcune manovre. Inoltre, l'autore evidenzia come la visione periferica sia fondamentale per prevenire gli incidenti, in particolare durante le frenate d'emergenza. Questa ricerca spiega il motivo per cui si stanno sviluppando simulatori sempre più sofisticati, come il simulatore Lander che verrà descritto in seguito.

I simulatori di guida presentano diversi vantaggi, in quanto sono in grado di formare guidatori inesperti e novizi e rappresentano un'alternativa sicura agli studi condotti in strada, poiché permettono di ridurre i rischi e i costi legati alla ricerca. Questi strumenti, però, hanno anche dei limiti, che sono il rischio di *simulator sickness* e la sensazione di artificialità (Caird e Horrey, 2011; Underwood et al., 2011).

Il fenomeno del *simulator sickness* è causato dalla discrepanza tra le percezioni sensoriali del movimento simulato e l'assenza del movimento

fisico reale, che può provocare sintomi come nausea, vertigini e mal di testa. A livello fisico, questo fenomeno si verifica quando è presente una differenza tra le percezioni del sistema vestibolare e quelle degli altri sistemi sensoriali: il sistema visivo registra il movimento simulato, mentre il corpo rimane fermo. In una ricerca di Caird e Horrey (2011) vengono descritti i fattori che influenzano la suscettibilità alla *simulator sickness* che sono le prestazioni grafiche del simulatore, la profondità del campo visivo, il grado di movimento del simulatore e la durata della sessione di simulazione. Progettare simulatori che riducano tali sintomi è fondamentale per ottimizzare l'efficacia di queste tecnologie.

In uno studio di revisione condotto da Wynne et al. (2019) si sono analizzati degli studi che confrontavano la guida simulata con la guida reale su strada, considerando vari parametri come velocità media, variazione di velocità, posizione laterale, prestazioni complessive e numero di errori alla guida. Circa la metà degli studi esaminati ha raggiunto una validità assoluta o relativa, mentre un terzo ha prodotto risultati non validi. Questi risultati confermano che la validità dei risultati degli esperimenti condotti ai simulatori richiede ancora ulteriori approfondimenti, però, visto che sono presenti un numero ampio di studi validi, i simulatori risultano essere un buono strumento per condurre ricerche sulla guida. Wynne, inoltre, classifica i simulatori in due livelli in base ad un'alta o bassa fedeltà. L'autore descrive la simulazione di alto livello includendo un campo visivo di 360 gradi proiettato su dei grandi schermi, una piattaforma di movimento che dà come risposta dei feedback ed una cabina di veicolo dove i partecipanti possono sedersi. D'altro canto, la simulazione di basso livello è caratterizzata dall'utilizzo di un singolo monitor del computer e di una tastiera per dirigere il veicolo attraverso la scena stradale virtuale (Wynne et al., 2019).

L'uso dei simulatori si estende anche alla valutazione dei comportamenti di guida. Simulatori avanzati come l'Honda Riding Trainer (HRT) e il Lander, utilizzati dal Centro Studi Mobilità e Comportamento (MoBe) dell'Università degli Studi di Padova,

consentono di analizzare gli stili di guida e i comportamenti su strada, contribuendo così alla ricerca nel campo della Psicologia del Traffico (Grasso e Tagliabue, 2022).

Nei prossimi paragrafi saranno esaminati in dettaglio i due simulatori di guida utilizzati in questa ricerca: l'Honda Riding Trainer (HRT) ed il simulatore Lander.

3.1 Simulatore Honda Riding Trainer (HRT)

L'HRT è uno strumento appositamente sviluppato per i motociclisti e propone un'esperienza di guida virtuale che facilita lo sviluppo delle abilità di guida. Questo strumento didattico avanzato aiuta a migliorare la sicurezza complessiva sulla strada valutando le reazioni del conducente in diverse situazioni di traffico.

L'HRT è costituito da un PC Dell Pentium 4 con sistema operativo Windows XP, collegato ad un monitor LCD da 19 pollici con una risoluzione di 1024×768 , collocato a circa 80 cm di distanza dal pilota per presentare l'ambiente stradale direttamente davanti al partecipante. L'apparecchiatura è dotata di un manubrio manovrabile che ha dei pulsanti e delle leve che replicano quelli di una moto vera e dei pedali integrati nel telaio. Sono presenti anche due altoparlanti che riproducono i rumori stradali e segnalano eventuali incidenti, rendendo più realistica l'esperienza di guida e fornendo istruzioni di navigazione (Di Stasi et al., 2011).

Il manubrio del simulatore comprende indicatori di direzione, tasto di accensione della moto, freni e frizione, tasto per osservare la visione laterale (in assenza di schermi laterali), tasto per accendere i fanali abbaglianti e clacson. Il simulatore offre la possibilità di disattivare la frizione, permettendo una modalità di guida automatica. Al partecipante viene richiesto di sedersi sul sedile della moto che viene posta di fronte al monitor (Figura 3).



Figura 3. Il simulatore HRT nel laboratorio del Dipartimento di Psicologia Generale dell'Università degli Studi di Padova.

Il simulatore offre molti scenari stradali in ambienti urbani, costieri, montani e rurali, distribuiti su 16 percorsi diversi. Il sistema include un percorso di esercitazione senza la presenza di traffico per far familiarizzare i partecipanti con l'uso del simulatore prima di affrontare i percorsi previsti scelti tra strade principali, secondarie e percorsi turistici su superstrade. Il sistema permette di scegliere le condizioni di guida tra giorno o notte e nebbia o cielo sereno. Ogni percorso ha 7 oppure 8 scene di pericolo, cosicché i conducenti possano esercitarsi in situazioni di rischio comuni, come svoltare a sinistra con visibilità ridotta oppure evitare pedoni che attraversano improvvisamente la strada (Vidotto et al., 2015).

Al termine di ogni sessione, il simulatore fornisce una valutazione delle prestazioni del partecipante con i seguenti punteggi: A per prestazione sicura; B per prestazione quasi sicura; C per mancato incidente e D per incidente.

Negli ultimi anni, numerosi studi hanno utilizzato l'HRT per esplorare vari aspetti cognitivi legati alla guida. È stato dimostrato che l'HRT è efficace nell'addestramento dei conducenti principianti, migliorando le loro capacità di evitare pericoli (Tagliabue et al., 2019; Tagliabue e Sarlo, 2017).

Di Stasi et al. (2011) hanno valutato l'addestramento con i simulatori di guida in motociclisti principianti e in motociclisti esperti. I ricercatori volevano dimostrare che l'addestramento avrebbe migliorato le competenze di guida ed i risultati hanno confermato le ipotesi di ricerca, soprattutto per quanto riguarda i principianti.

Inoltre, Vidotto et al. (2015) hanno dimostrato che il numero di pericoli evitati con successo nel percorso con il simulatore di guida HRT è proporzionale al numero di sessioni di addestramento, suggerendo che l'addestramento migliora l'attenzione selettiva verso gli stimoli rilevanti. Questo processo, inizialmente controllato, diventa automatico con l'addestramento (Tagliabue et al., 2013).

Dal simulatore di guida HRT è possibile raccogliere molte variabili di guida, registrate ad intervalli di 0,03 secondi. I dati estrapolati comprendono le seguenti variabili:

- Throttle (%): percentuale di accelerazione applicata dal partecipante;
- Front brake (kg max: 30 kg): pressione esercitata sul freno anteriore;
- Rear brake (kg max: 15 kg): pressione esercitata sul freno posteriore;
- Clutch (%): percentuale di utilizzo della frizione;
- Steer: angolo di sterzata;
- Gear position (0: neutral): marcia inserita, con 0 che indica la posizione in folle;
- Blinkers (0: OFF 1: left 2: right): utilizzo degli indicatori di direzione, dove 0 indica l'assenza di utilizzo, 1 l'indicatore sinistro e 2 l'indicatore destro;

- View: tipo di visione (frontale o laterale);
- Starter: utilizzo del tasto di accensione del motore;
- Engine stop: arresto del motore;
- Horn: utilizzo del clacson;
- Dimmer: utilizzo degli anabbaglianti;
- End button: attivazione del tasto di fine simulazione;
- Speed (km/h): velocità del partecipante, espressa in chilometri orari;
- Accident (1, 2, 3, 4): tipo di incidente, con 1 che indica un impatto con un altro oggetto in movimento, 2 un incidente causato da una frenata brusca, 3 un ribaltamento e 4 un impatto con un oggetto fisso;
- Speed limit (km/h c: Intersection): limite di velocità nel tratto di strada;
- Evaluation: valutazione della guida del partecipante;
- Roll: rollio del veicolo;
- Engine revolution: giri del motore.

Dai dati grezzi estratti vengono generate, tramite una macro di Excel appositamente sviluppata, le seguenti variabili analitiche utilizzate nella ricerca:

- **M_Vel_HRT**: velocità media;
- **DS_Vel**: deviazione standard della velocità;
- **M_Acc**: media dell'accelerazione;
- **DS_Acc**: deviazione standard dell'accelerazione;
- **N_FAnt**: numero di utilizzi del freno anteriore;
- **M_Fant_HRT**: media della pressione esercitata sul freno anteriore;
- **DS_FAnt**: deviazione standard della pressione applicata sul freno anteriore;
- **N_FPos**: numero di utilizzi del freno posteriore;

- **M_FPos_HRT**: media della pressione esercitata sul freno posteriore;
- **DS_FPos**: deviazione standard della pressione applicata sul freno posteriore;
- **Ecc_Fra**: numero di frame in cui il conducente ha superato il limite di velocità;
- **N_Ecc**: numero di eccessi di velocità rispetto al limite;
- **Pic_Ecc**: picco massimo degli eccessi di velocità;
- **M_Inst**: media dell'instabilità su strada;
- **DS_Inst**: deviazione standard dell'instabilità su strada;
- **Incidenti_HRT**: numero di incidenti verificatisi durante il percorso;
- **Valutazioni**: valutazione del software sulla sicurezza della guida;

Gli studi condotti, come quello di Gianfranchi et al. (2017), dimostrano che tali variabili fungono da indicatori cruciali delle prestazioni alla guida e sono fondamentali per valutare ed analizzare l'efficacia dell'addestramento e delle competenze di guida.

3.2 Simulatore di guida Lander

Anche il simulatore di guida Lander (Figura 4), progettato e realizzato in Spagna, è uno strumento avanzato per l'addestramento e la ricerca nella Psicologia del Traffico. A differenza del simulatore HRT, il simulatore Lander dà un alto livello di immersività grazie alla configurazione con tre schermi, che garantisce la visione panoramica a 180 gradi. Il simulatore presenta inoltre anche degli schermi laterali che fungono da specchietti retrovisori e aumentano il grado di realismo dell'esperienza di guida.

Il simulatore di guida Lander è in grado di replicare diverse condizioni ambientali, tra le quali i percorsi urbani, le autostrade e le variazioni climatiche come pioggia, neve e vento. Inoltre, regola la luminosità per simulare giorno, notte, alba e tramonto, rendendo l'esperienza di guida più realistica. Questa funzione è analoga a quella offerta dall'HRT, ma il

simulatore Lander permette anche di applicare un filtro visivo per simulare la visione in stato di ebbrezza, distorcendo e sfocando gli elementi visivi in base al livello di intossicazione selezionato.

Il simulatore Lander è situato presso i laboratori DPG ed utilizza un motociclo Honda SH Mode modificato per simulare la guida. Sul motociclo ci sono i comandi classici di una moto come la manopola di accelerazione, il pulsante di accensione, gli abbaglianti, gli indicatori di direzione ed il contachilometri. A differenza dell'HRT, il motociclo nel simulatore Lander è montato su una pedana mobile che consente oscillazioni antero-posteriori e laterali, riproducendo in modo fedele i movimenti del motociclo sulla strada e aumentando la percezione di immersività, di realismo e di *motion sickness* nel partecipante.

Una delle principali caratteristiche distintive del simulatore Lander è la sua capacità di riprodurre scenari di guida altamente dettagliati e realistici, monitorando in tempo reale le prestazioni del conducente.



Figura 4. Il simulatore Lander nel laboratorio DPG dell'Università degli Studi di Padova.

Inoltre, esso permette di creare percorsi personalizzati. Gli sperimentatori possono includere manualmente indicazioni acustiche per guidare il partecipante in percorsi specifici ed assicurarsi che affronti situazioni di rischio predefinite. Le situazioni di rischio possono essere l'apertura improvvisa di uno sportello mentre il partecipante passa oppure un veicolo che invade la corsia del partecipante ed esse risultano essere analoghe a quelle simulate dall'HRT. Questo permette una comparazione efficace tra i due simulatori.

Nel laboratorio in cui si trova il simulatore Lander sono presenti due schermi aggiuntivi situati nella postazione di controllo per lo sperimentatore, che permettono di avviare, modificare o interrompere il percorso in tempo reale in modo tale da controllare in modo più preciso l'andamento della simulazione.

Durante la simulazione, il sistema raccoglie i dati ad intervalli di 0,00833 secondi, registrando informazioni dettagliate sui comportamenti di guida e le reazioni del partecipante alle scene di rischio. Tali dati vengono memorizzati in un file CSV ed includono un ampio set di variabili che permettono un'analisi approfondita del comportamento del conducente.

Le variabili raccolte includono:

- Running time (s): tempo trascorso dall'inizio della prova;
- Events Rain, Fog, Snow, Wind: presenza o assenza di pioggia, nebbia, neve e vento;
- Events Wind direction: direzione del vento;
- Events Luminosity: livello di luminosità in base alla fascia oraria scelta;
- Events traffic speed: velocità del traffico circostante;
- Events vehicle density: densità del traffico circostante;
- Events pedestrian density: quantità di pedoni sui marciapiedi o che attraversano ai semafori;
- Events pavement: condizione del manto stradale (normale, sconnesso o irregolare);

- Errors and accidents: codici di errori oppure incidenti che si sono verificati durante il percorso;
- Map quadrant: quadrante della mappa del percorso in cui si trova il partecipante;
- Type street sector: tipo di strada percorsa;
- X e Y (m): posizione del partecipante;
- Distance next intersection, Time next intersection: distanza e tempo al prossimo incrocio;
- Distance previous intersection: distanza dal precedente incrocio;
- Vehicle speed: velocità del conducente, espressa in metri al secondo;
- Acceleration: accelerazione, espressa in metri al secondo quadrato;
- Horizontal position: distanza tra il partecipante e la linea a destra della carreggiata;
- Lateral speed: velocità laterale, espressa in metri al secondo;
- Distance lead vehicle, Lead speed, Time headway lead: distanza, velocità e tempo di distanza dal veicolo antistante;
- Distance rear vehicle, Rear speed, Time headway rear: distanza, velocità e tempo di distanza dal veicolo seguente;
- Distance left vehicle, Distance right vehicle, Left vehicle speed, Right vehicle speed: distanza e velocità dei veicoli ai lati del partecipante;
- Time to collision: tempo mancante a un possibile incidente;
- Rpm: giri del motore al minuto;
- Gas: percentuale di rotazione della manopola del gas;
- Front brake, Rear brake: percentuale di pressione esercitata sui freni anteriore e posteriore;
- Handlebar: grado di rotazione del manubrio;
- Blinkers: azionamento degli indicatori di direzione;

- Traffic light: presenza o assenza di semafori;
- Horn: utilizzo del clacson;
- Speed limit: limite di velocità della strada percorsa;
- Roll, Pitch, Z: movimenti oscillatori del motociclo, espressi in gradi e metri;
- Travelled distance: distanza percorsa dal partecipante, espressa in metri.

A questo punto i dati vengono elaborati tramite un programma sviluppato in Matlab che produce un file di risultati unificato.

Il foglio generale che riporta i dati del percorso contiene le seguenti variabili:

- V_mean: velocità media del partecipante, espressa in km/h (**M_Vel_Lander**);
- V_max: velocità massima raggiunta, espressa in km/h; (**Vel_max**)
- LV_mean: velocità laterale media, espressa in km/h (**M_VelLat**);
- LP_mean: posizione laterale media (**M_PosLat**);
- SDLP: deviazione standard della posizione laterale (**DS_PosLat**);
- Handlebar_mean: grado medio di rotazione del manubrio, espresso in gradi (**M_RotMan**);
- Gas_mean: media della rotazione della manopola del gas, espressa in percentuale (**M_RotGas**);
- FrontBrake_mean: media della pressione del freno anteriore, espressa in percentuale (**M_FAnt_Lander**);
- Rearbrake_mean: media della pressione del freno posteriore, espressa in percentuale (**M_FPos_Lander**);
- N_braking: numero totale delle frenate (**N_Fren**);
- N_SpeedViol: numero totale di violazioni del limite di velocità (**N_SpeedViol**);

- SpeedViol_max: differenza massima tra la velocità del motociclo e il limite di velocità, espressa in km/h (**Max_SpeedViol**);
- SpeedViol_mean: media della differenza tra la velocità del partecipante e il limite di velocità, espressa in km/h (**M_SpeedViol**);
- SpeedViol_time: tempo totale trascorso oltre il limite di velocità indicato (**T_SpeedViol**).

L'uso combinato di test psicometrici e simulatori di guida, come l'HRT e il Lander, permette di avere dati approfonditi sulle prestazioni di guida e sulle reazioni ai rischi, contribuendo in questo modo a migliorare la sicurezza stradale.

4. LA RICERCA

Questo capitolo presenta la metodologia dello studio realizzato per esplorare i prerequisiti cognitivi che possono prevedere comportamenti alla guida rischiosi e ne illustra i risultati. Nella prima sezione, verrà delineato il contesto teorico di riferimento, inserendo la ricerca nella letteratura scientifica esistente. In seguito, sarà fornita una descrizione dettagliata dello studio empirico, comprensiva di informazioni sui partecipanti, sulle procedure di raccolta dati, sui materiali e sugli strumenti utilizzati, oltre alla procedura di somministrazione delle prove adottata. Infine, saranno presentati i risultati delle analisi dei dati, seguiti da una discussione critica delle implicazioni teoriche e pratiche legate ai risultati ottenuti, con particolare attenzione ai comportamenti di guida rischiosi e alla sicurezza stradale.

4.1 Background teorico

Come detto in precedenza, il fenomeno degli incidenti stradali è un problema molto grave in Europa. Le cause principali di incidentalità sono legate a comportamenti scorretti alla guida e all'abuso di alcol e sostanze stupefacenti (ISTAT, 2022).

Prendendo in considerazione le infrastrutture, gli incidenti avvengono prevalentemente in prossimità dei rettilinei, con un maggior tasso di incidenza su quelli extraurbani rispetto a quelli urbani. Nelle aree urbane, il 39,4% degli incidenti si verifica negli incroci, mentre nelle aree extraurbane il 22,3% si verifica in curva (ISTAT, 2022).

A livello europeo, la sicurezza stradale è una priorità, come evidenziato dai dati riportati nel rapporto della Commissione Europea. Nel 2021, l'Unione Europea ha registrato circa 19.800 decessi sulle strade, un dato in diminuzione rispetto agli anni precedenti (Corte dei Conti Europea, 2024), ma che continua a rappresentare una preoccupazione significativa per tutta la comunità. L'Unione Europea, infatti, si è posta come obiettivo quello di ridurre del 50% il numero di morti e di lesioni gravi sulle strade entro il 2030. Inoltre, le commissioni europee hanno proposto delle

strategie per migliorare la sicurezza stradale che includono interventi infrastrutturali, educazione e formazione dei conducenti.

L'analisi dei dati sugli incidenti stradali mette in luce la necessità di interventi specifici per aumentare la sicurezza stradale, puntando a ridurre i comportamenti di guida pericolosi e a realizzare infrastrutture più sicure. La cooperazione internazionale e l'adozione di pratiche più efficaci a livello europeo possono giocare un ruolo fondamentale nel raggiungimento di questi obiettivi.

Il presente studio si propone di esplorare la validità e l'affidabilità di diverse metodologie per la valutazione delle capacità di guida al fine di contribuire alla sicurezza stradale e migliorare i criteri per il rilascio della patente. Utilizzando questionari auto-riportati, due simulatori di guida avanzati ed una batteria di test cognitivi, l'obiettivo è determinare se queste diverse metodologie misurino le stesse variabili comportamentali e cognitive. I questionari auto-riportati offrono delle prospettive basate sulle percezioni soggettive dei conducenti riguardo all'abilità di "guidare bene" (Erkus e Özkan, 2019). Le batterie di test cognitivi offrono una valutazione oggettiva sui prerequisiti cognitivi necessari per la guida sicura. I simulatori di guida offrono la possibilità di osservare il comportamento dei conducenti in scenari realistici e controllati.

La simulazione del comportamento umano mediante la creazione di modelli di guida rappresenta un aspetto fondamentale nella ricerca sulla sicurezza stradale. Tali modelli sono progettati per catturare il comportamento rischioso del conducente e per investigare la relazione tra le reazioni dei guidatori e la sicurezza stradale (Ren et al., 2023). La validità di questi modelli può essere notevolmente migliorata attraverso studi sui simulatori che coinvolgano partecipanti reali, consentendo una comprensione più approfondita delle limitazioni di elaborazione delle informazioni da parte dei conducenti e dei fattori di rischio individuali che influenzano il loro comportamento. La revisione della letteratura mostra che il complesso uso dei fattori di rischio cognitivi e non cognitivi simili può aumentare l'accuratezza predittiva delle abilità di guida su strada,

migliorare la capacità di guida e ridurre il rischio di incidenti sia con i conducenti anziani sani che con quelli con lievi compromissioni. In tal senso, come anticipato in precedenza, questo studio si propone di andare a valutare l'affidabilità e l'efficienza di tre strumenti di valutazione che misurano le abilità di guida. Questo obiettivo serve per determinare se questi strumenti di valutazione, utilizzati in concomitanza, possano fornire una valutazione completa sulle capacità di guida in modo tale da influire sulla sicurezza stradale.

In letteratura sono presenti degli studi che rivestono particolare importanza all'interno del quadro teorico di questa ricerca. Uno studio rilevante è quello di Strand (2019) che ha valutato gli effetti della somministrazione di metadone e buprenorfina sulle capacità di guida su strada e sulle prestazioni cognitive, evidenziando significative compromissioni legate all'utilizzo di entrambi gli oppioidi sebbene con una notevole variabilità individuale. La buprenorfina, infatti, ha mostrato un impatto sedativo inferiore, ma entrambi i farmaci hanno esercitato effetti negativi rilevanti sulla guida e sulle funzioni cognitive, soprattutto a dosi più elevate.

Un altro studio importante che si concentra principalmente sul concetto e sulla percezione del rischio è quello condotto da Biassoni et al. (2016). Questa ricerca ha indagato l'influenza del ciclo mestruale sul comportamento di guida rischiosa e sulla percezione del rischio, con particolare attenzione alle differenze tra le fasi di alta e bassa fertilità. I risultati hanno rivelato che le donne in fase di bassa fertilità hanno riportato punteggi significativamente più elevati nel DBQ. Questo indica una maggiore propensione a comportamenti rischiosi alla guida. Inoltre, le stesse partecipanti hanno ottenuto punteggi inferiori nel WRBTV, suggerendo una maggiore inclinazione all'assunzione di rischi in situazioni di guida potenzialmente pericolose. Questi risultati indicano che le variazioni ormonali legate al ciclo mestruale possono influenzare il comportamento alla guida, con un aumento della propensione al rischio nelle fasi di bassa fertilità. In questa ricerca, il VTS, ed in particolare il

WRBTV, si è rivelato uno strumento efficace per misurare in maniera oggettiva il comportamento di assunzione del rischio, contribuendo alla comprensione dell'impatto di fattori fisiologici sulla percezione del rischio e sul comportamento di guida e sottolineando l'importanza di considerare tali variabili nelle valutazioni sulla sicurezza stradale.

Infine, lo studio condotto da Tinella (2020) esplora la relazione tra abilità cognitive, in particolare quelle visuo-spaziali, e le prestazioni alla guida di giovani adulti ed anziani. La ricerca utilizza la batteria di test DRIVESC ed evidenzia come le capacità di trasformazione mentale spaziale siano un elemento chiave nell'abilità di guidare. Oltre a questa capacità, nella ricerca le abilità cognitive esaminate (attenzione visiva, funzioni esecutive, memoria, ragionamento logico, abilità psicomotorie e abilità visuo-spaziali) si sono dimostrate prerequisiti cognitivi essenziali per una buona prestazione di guida. I risultati dei test cognitivi, infatti, suggeriscono che un declino cognitivo, in particolare nelle abilità visuo-spaziali, potrebbe mettere a rischio la sicurezza stradale, soprattutto per quanto riguarda le persone anziane.

Questi studi sono fondamentali poiché identificano possibili interventi per ridurre i comportamenti rischiosi alla guida e analizzano la relazione tra prerequisiti cognitivi, abitudini di guida auto-riportate e comportamenti simulati. Tuttavia, non esiste ancora una ricerca che utilizzi una batteria comprensiva del DRIVESC, un test specifico per la valutazione dei prerequisiti cognitivi per la guida, e del WRBTV, un test mirato a valutare la propensione al rischio in situazioni di traffico, per esaminare la relazione tra questi strumenti. Inoltre, per questo tipo di ricerca, non è stato ancora impiegato il simulatore Lander, che intendiamo utilizzare nel nostro studio.

L'obiettivo del presente studio è quindi quello di esaminare la relazione tra i prerequisiti cognitivi per la guida, quali la velocità di reazione e la velocità motoria, la capacità di resistenza allo stress e la propensione a correre rischi nel traffico, i comportamenti di guida auto-riportati tramite questionari e la guida simulata. L'analisi si concentra sulle possibili

differenze nelle prestazioni di guida, in particolare sui comportamenti rischiosi.

L'ipotesi principale è che esista una relazione tra i prerequisiti cognitivi ed i tratti psicologici come la propensione al rischio, misurati con la batteria di test del VTS ed i comportamenti di guida, sia auto-riportati tramite questionari che osservati al simulatore di guida. Per l'esperimento sono stati quindi utilizzati i simulatori di guida HRT e Lander, la batteria di test specifici DRIVESC e WRBTV del VTS ed i questionari DBQ e DDDI.

L'analisi di questa parte di dati era oggetto di ulteriori due tesi di laurea precedenti: Portolan, 2023 e Manca, 2024. Nella prima tesi sono stati definiti diversi profili di stili di guida, partendo dalle correlazioni ottenute e differenziando i partecipanti tra guidatori sicuri e rischiosi. Nella seconda, invece, si sono ampliati i risultati precedenti, focalizzandosi sulla relazione fra i prerequisiti cognitivi alla guida, misurati attraverso il Vienna Test System, e gli altri strumenti, per indagare se la batteria di test è in grado di predire gli stili di guida rischiosa.

Questa tesi si propone di analizzare, anche ampliando il campione degli studi precedenti, se vi possano essere delle correlazioni tra le batterie di test che misurano i prerequisiti cognitivi, le risposte ai questionari DBQ e DDDI ed i due simulatori di guida, HRT e Lander, con lo scopo di determinare l'efficacia e l'affidabilità di tali strumenti nel predire i comportamenti di guida rischiosi.

4.2 Descrizione dello studio

Il presente studio si propone di esaminare la relazione tra i prerequisiti cognitivi per la guida, i comportamenti di guida auto-riportati tramite questionari e le prestazioni di guida simulata. A tal fine, è stato adottato un approccio integrato che coinvolge diversi strumenti di valutazione e simulazione. Inizialmente i partecipanti hanno completato due questionari auto-riportati (il DBQ ed il DDDI), poi i prerequisiti cognitivi, come la velocità di reazione, la velocità motoria, la capacità di

resistenza allo stress e la propensione a correre rischi nel traffico, sono stati misurati attraverso la batteria di test specifici DRIVESC e WRBTV del VTS.

Infine, i partecipanti allo studio sono stati sottoposti a sessioni di guida simulata utilizzando i simulatori HRT e Lander, scelti per la loro capacità di riprodurre realisticamente situazioni di traffico e valutare le reazioni dei guidatori in un ambiente controllato. In particolare, l'analisi ha cercato eventuali differenze nelle prestazioni di guida, prestando particolare attenzione ai comportamenti rischiosi.

Lo studio ha, quindi, lo scopo duplice di sviluppare interventi mirati alla prevenzione dei comportamenti rischiosi alla guida e creare una base solida per l'accertamento iniziale delle capacità di guida dei candidati al conseguimento della patente, permettendo l'individuazione precoce di potenziali comportamenti rischiosi prima che questi possa essere manifestati sulla strada.

L'ipotesi fondamentale dello studio è che esista una relazione significativa tra i prerequisiti cognitivi ed i comportamenti di guida sia auto-risportati tramite questionari sia osservati al simulatore.

L'integrazione di diverse metodologie di valutazione permette una comprensione più approfondita delle capacità di guida e dei comportamenti rischiosi. Questo approccio può suggerire strategie di formazione e prevenzione più efficaci, contribuendo in maniera rilevante alla riduzione degli incidenti stradali ed al miglioramento complessivo della sicurezza stradale.

4.2.1 Partecipanti

La prova è stata somministrata ad un campione di 85 individui di cui 32 sono stati reclutati dalla sottoscritta. Il campione era composto da partecipanti di età compresa tra 18 e 35 anni ed erano 45 femmine e 40 maschi. Tutti i partecipanti possedevano la patente di guida di categoria B da almeno un anno ed avevano un chilometraggio annuale minimo di 1000

km. Questi criteri di selezione sono stati adottati per escludere partecipanti neopatentati o con scarsa esperienza di guida.

I partecipanti erano principalmente studenti universitari, in quanto il reclutamento è stato fatto nelle sedi dell'Università degli Studi di Padova tramite volantini appesi sulle bacheche universitarie e tramite passaparola tra gli studenti.

Prima dell'inizio della prova in laboratorio, ogni partecipante ha preso visione e firmato il consenso informato, approvato dal Comitato Etico per la Ricerca Psicologica dell'Università degli Studi di Padova (protocollo numero 5381, data 07/07/2023).

Tutti gli 85 partecipanti hanno completato i questionari, eseguito la batteria di test del VTS-Traffico e partecipato alla prova di guida simulata con l'HRT. Solo 76 di questi, però, sono riusciti a completare anche la prova al simulatore Lander. Gli altri 9 partecipanti hanno manifestato sintomi di "*motion sickness*" e non sono stati in grado di portare a termine la seconda prova di simulazione.

4.2.2 Procedure di raccolta dati

I questionari venivano compilati in autonomia attraverso la piattaforma Google Moduli. La compilazione durava circa 15 minuti ed il questionario era formato da domande anagrafiche, domande di screening ed infine il questionario DBQ e DDDI. Successivamente, coloro che completavano il questionario venivano contattati tramite mail dallo sperimentatore per prendere un appuntamento in laboratorio, dove veniva somministrata la prova sperimentale. In seguito alla compilazione del consenso informato, ai partecipanti veniva richiesto di completare la batteria di test specifico del VTS che durava circa 20 minuti. Dopo aver fatto una pausa, si chiedeva al partecipante di eseguire un'esercitazione al simulatore di guida HRT per familiarizzare con lo strumento e, in seguito, di completare i due percorsi prescelti che contenevano delle situazioni di rischio (Percorso 4 e Percorso 2). Infine, si accompagnava il partecipante in un'altra aula di laboratorio dove vi è il simulatore di guida Lander. Dopo

aver somministrato al partecipante il percorso di esercitazione ed essersi accertati che il partecipante non avesse sintomi di *motion sickness*, veniva somministrato un percorso con differenti situazioni di rischio denominato Percorso AR.

4.2.3 Materiale e strumenti

Il presente studio è stato strutturato in due fasi principali. La prima fase, condotta online, ha previsto la somministrazione di un questionario di screening per accertare i prerequisiti dei partecipanti, seguito dalla somministrazione dei questionari auto-riferiti DBQ e DDDI. In particolare, il questionario includeva sezioni per la raccolta di dati anagrafici, di contatto e domande mirate a verificare una serie di requisiti di idoneità, quali l'età, il possesso di una patente di guida di categoria B da almeno un anno ed il chilometraggio annuale di almeno 1000 km. In questa fase i partecipanti hanno anche completato i questionari DBQ e DDDI. Il primo si occupa di andare ad indagare e valutare gli errori e le violazioni intenzionali e non intenzionali alla guida. Il secondo questionario, invece, indaga e va alla ricerca di comportamenti classificati come rischiosi, aggressivi e caratterizzati da emozioni negative. La seconda fase della ricerca si è svolta nei laboratori di Psicologia Generale dell'Università degli Studi di Padova. Solo i partecipanti che soddisfacevano i criteri di inclusione sono stati invitati a questa fase dell'esperimento. All'arrivo in laboratorio, ai partecipanti è stato chiesto di firmare il consenso informato che spiegava nel dettaglio le procedure dello studio e i diritti dei partecipanti, compresa la possibilità di ritirarsi in qualsiasi momento. Dopo aver controllato i dati anagrafici, veniva somministrata loro la batteria di test cognitivi del VTS-Traffico, che include il Reaction Test, il Determination Test e il WRBTV.

Successivamente, i partecipanti hanno preso parte ad una sessione di guida simulata utilizzando due simulatori. La prima sessione, con il simulatore HRT, includeva una fase di esercitazione senza traffico, seguita poi da due percorsi reali con traffico e situazioni di rischio. Dopo aver

completato questa fase, i partecipanti privi di sintomi di *motion sickness*, sono stati trasferiti in un'altra stanza per utilizzare il simulatore Lander. Anche con il Lander, la sessione è iniziata con un esercizio di familiarizzazione di 5 minuti, seguito da una prova di guida simulata di circa 12 minuti in un ambiente stradale cittadino.

Il percorso selezionato per questa ricerca, creato con la collaborazione dei ricercatori del DICEA, include sei situazioni di rischio presentate in ordine sequenziale: un tombino aperto al centro della carreggiata, una frenata improvvisa dei veicoli precedenti in un rettilineo, un pedone che attraversa le strisce pedonali; l'apertura improvvisa dello sportello di un'automobile parcheggiata; un bambino che recupera una palla finita in strada ed infine un veicolo che si immette in modo aggressivo nel traffico da un parcheggio a destra della carreggiata.

Complessivamente, nessun partecipante ha mostrato segnali di *motion sickness* alla guida del simulatore HRT, ma 9 partecipanti non hanno potuto completare la guida col simulatore Lander a causa di questo disturbo.

4.2.4 Analisi dei dati

I dati successivamente sono stati analizzati in forma aggregata, tutelando l'anonimato dei partecipanti, grazie all'utilizzo del software statistico IBM SPSS 22.01. A tale scopo, in una fase preliminare per la gestione e l'analisi dei dati, è stato creato un unico file Excel, al cui interno sono stati inseriti i codici univoci associati ad ogni partecipante, unitamente ai dati raccolti per ciascuna delle prove. I dati, dunque, comprendevano i questionari, la batteria di test contenuta nel VTS-Traffico ed i due simulatori di guida. Inoltre, al simulatore di guida Lander, sono state aggiunte delle variabili supplementari: somma delle violazioni, somma degli incidenti e somma delle reazioni, sommando i singoli valori in base ai dati acquisiti.

In seguito è stata eseguita un'analisi di correlazione, che sta ad indicare uno strumento statistico che cerca di identificare se vi è una relazione tra

due variabili. Le correlazioni possono essere positive o negative ed assumono valori tra -1 ed 1. Queste analisi hanno permesso di identificare i possibili legami tra gli strumenti di valutazione descritti in precedenza. Infine, i dati sono stati analizzati tramite delle regressioni.

In particolare, ci si è concentrati sulle variabili di guida che rappresentano aspetti collegati con la guida rischiosa e si è andati a vedere quali fossero le correlazioni significative tra gli strumenti descritti in precedenza. Inoltre, sono state eseguite anche delle correlazioni esplorative tra i due simulatori e tra il Reaction Test ed il Determination Test ed il WRBTV del VTS-Traffico per andare ad indagare quale fosse più predittivo. Dopo aver individuato le correlazioni significative, è stata eseguita un'analisi di regressione lineare tra le variabili dei simulatori che comportano dei rischi e le variabili estrapolate dal VTS-Traffico per andare ad indagare se i prerequisiti cognitivi possono predire in modo significativo i comportamenti di guida rischiosi che possono intaccare la sicurezza stradale. In una fase successiva dell'analisi, sono state effettuate ulteriori regressioni lineari tra i risultati dei questionari DBQ e DDDI e le variabili estrapolate dai simulatori di guida. Anche in questo caso, l'analisi è stata preceduta da un'analisi delle correlazioni tra le variabili per identificare quelle che avevano un legame significativo in modo tale da garantire una costruzione di modelli statistici robusti. Questo approccio ha permesso di esplorare meglio la relazione tra i comportamenti alla guida auto-riportati rilevati dai questionari ed i prerequisiti cognitivi misurati dalla batteria di test del VTS-Traffico e nelle prove di simulazione di guida, fornendo così una visione integrata del comportamento alla guida e delle variabili psicologiche ad esso associate. Inoltre, il focus principale in questa fase era di andare a vedere, confrontando i risultati precedenti con questi, quale strumento di misurazione predice meglio i comportamenti auto-riportati rilevati dai questionari.

4.3 Risultati e discussione

In questo paragrafo vengono presentati i risultati delle indagini statistiche effettuate sui dati raccolti. Le analisi sono state condotte su un campione di 76 partecipanti che hanno completato tutte le prove ai simulatori senza manifestare *motion sickness*. L'età media del campione è di 24,09 anni.

4.3.1 Correlazioni

In questa sezione verranno esaminate le correlazioni eseguite tra le variabili per identificare le relazioni significative per l'analisi di regressione.

Vienna Test System

In primo luogo, si è deciso di analizzare le correlazioni tra le variabili estrapolate dal Reaction Test (che permette di distinguere tra tempi di reazione e tempi motori; vedi par 2.2.1) ed i risultati della prestazione di guida al simulatore HRT.

Nomi Variabili	TElab	Falsi Allarmi	Reaz Manc RT	Reaz Corr	Reaz Incomp	VelMot	VelMot Log
M_Vel	0,03	0,271*	0,062	-0,134	0,196	0,11	0,118
DS_Vel	-0,07	0,233*	-0,028	-0,022	0,091	0,065	0,056
M_Acc	0,04	0,393**	0,013	-0,153	0,311**	0,122	0,129
N_FAnt	-0,18	-0,19	-0,023	0,098	-0,177	-0,246*	-0,241*
M_FAnt	-0,2	-0,232**	-0,178	0,241*	-0,248*	-0,073	-0,066
DS_FAnt	-0,2	-0,18	-0,245*	0,288*	-0,248*	-0,096	-0,097
N_FPos	0,03	0,272**	0,224	-0,304**	0,313**	-0,023	-0,026
M_FPos	-0,01	0,288*	0,177	-0,231*	0,228*	-0,13	-0,137
DS_FPos	-0,03	0,305**	0,193	-0,267*	0,282*	-0,098	-0,108
Ecc_Fra	0,03	0,288*	0,003	-0,091	0,193	0,138	0,137
N_Ecc	0,06	0,300**	0,025	-0,123	0,228*	0,141	0,149
M_Ecc	0,06	0,353**	0,001	-0,101	0,217	0,104	0,096
Pic_Ecc	0,1	0,266*	0,028	-0,111	0,198	0,159	0,138
DS_Inst	0,13	0,304**	0,19	-0,258*	0,265*	0,126	0,106
Incidenti	0,229*	0,336**	0,008	-0,158	0,330**	0,311**	0,292*
Valut	0,12	0,309**	0,023	-0,127	0,240*	0,181	0,178

Tabella 2. Correlazioni tra le variabili risultate significative estrapolate dal Reaction Test del VTS-Traffico e le variabili estratte dal simulatore di guida HRT. Le variabili che mostrano un legame sono in **grassetto**. Due asterischi dopo il coefficiente indicano una significatività pari a $p < 0,05$, mentre un asterisco indica una significatività pari a $p < 0,01$. Il campione è di 76 partecipanti.

Come si può notare dalla Tabella 2, l'analisi di correlazione tra le variabili estrapolate dal Reaction Test e quelle del simulatore di guida HRT evidenzia una serie di relazioni statisticamente significative che possono offrire spunti interessanti sui legami tra i prerequisiti cognitivi ed i comportamenti di guida simulata. Una delle correlazioni più rilevanti riguarda i Falsi Allarmi che mostrano correlazioni significative con diverse variabili ricavate dal simulatore di guida HRT. Se si considerano le variabili del simulatore che rappresentano gli aspetti riguardanti la guida rischiosa, il numero di Falsi Allarmi correla positivamente con le variabili riguardanti la media dell'accelerazione, il numero di frame nella quale il partecipante ha superato il limite di velocità, il numero di eccessi di velocità, il numero di incidenti durante il percorso e le valutazioni che il software consegna alla fine del percorso sulla sicurezza della guida. Questo indica che se il partecipante commette un numero elevato di falsi allarmi durante il Reaction Test è probabile che la sua guida simulata sia caratterizzata da più accelerazioni e più incidenti durante il percorso. Questo suggerisce che il numero di falsi allarmi è un buon predittore dei comportamenti rischiosi alla guida.

Per quanto riguarda la Velocità Motoria (VelMot) emergono correlazioni significative con diverse variabili, ma la più rilevante risulta essere quella con la variabile Incidenti. Questo suggerisce che una maggiore velocità motoria misurata tramite il Reaction Test può associarsi ad una guida più rischiosa, come indicato dal numero più alti di incidenti.

Le reazioni corrette, che riflettono l'abilità dei partecipanti di rispondere correttamente agli stimoli, mostrano correlazioni significative con le variabili della guida simulata riguardanti l'utilizzo dei freni sia posteriori che anteriori. Questo suggerisce che un maggior numero di reazioni corrette potrebbe essere associato ad un migliore utilizzo dei freni.

Infine, le reazioni incomplete sono correlate positivamente al numero di eccessi di velocità, agli incidenti ed alle valutazioni. Si può affermare che un numero maggiore di reazioni incomplete al Reaction Test è

correlato a un aumento degli eccessi di velocità, del numero di incidenti e delle valutazioni negative fornite dal software. Questo potrebbe suggerire che le reazioni incomplete rappresentano una forma di esitazione o indecisione, portando il conducente ad agire in modo più rischioso compromettendo la sicurezza stradale.

Nessuna delle variabili riguardanti la velocità di reazione correlano con le variabili di guida simulata del simulatore HRT.

Analogamente, vengono esplorate le correlazioni tra il Reaction Test del VTS-Traffico ed i risultati della prova di guida simulata al Lander.

Nome Var	Falsi Allarmi	Reaz Manc RT	Reaz Corr	Vel Reaz norm	VelReazDS	Vel Reaz Trasf DS	VelMot
MVel Land	0,260*	0,151	-0,192	-0,108	0,243*	0,270*	0,128
MVel Lat	0,264*	0,037	-0,074	-0,051	0,125	0,152	-0,02
MPos Lat	0,267*	0,059	-0,127	-0,221	0,348**	0,240*	0,197
DSPos Lat	0,113	-0,031	-0,004	-0,229*	0,294*	0,163	0,154
MRot Gas	0,426**	0,148	-0,258	-0,071	0,318**	0,354**	0,146
NSpeed Viol	0,311**	0,253*	-0,276*	-0,079	0,258*	0,244*	0,081
MaxSpeed Viol	0,251*	0,092	-0,16	-0,041	0,168	0,207	0,132
MSpeed Viol	0,230*	0,084	-0,143	-0,045	0,174	0,189	0,171
TSpeed Viol	0,225	0,174	-0,173	0,195	0,285*	0,219	0,09
NReaz	-0,232*	0,115	-0,001	0,116	0,036	0,038	-0,228*
Violaz	0,398**	0,121	-0,176	-0,082	0,276*	0,291*	0,084

Tabella 3. Correlazioni tra le variabili risultate significative estrapolate dal Reaction Test del VTS-Traffico e le variabili estratte dal simulatore di guida Lander. Le variabili che mostrano un legame sono in **grassetto**. Due asterischi dopo il coefficiente indicano una significatività pari a $p < 0,05$, mentre un asterisco indica una significatività pari a $p < 0,01$. Il campione è di 76 partecipanti.

La Tabella 3 mostra i coefficienti di correlazione tra le variabili estrapolate dal Reaction Test del VTS-Traffico e quelle del simulatore di guida Lander. Il numero di violazioni di velocità, il tempo in cui il conducente supera il limite di velocità ed il numero di violazioni mostrano correlazioni significative con diverse variabili del Reaction Test. La

variabile del Reaction Test che correla con tutti e tre i parametri del simulatore di guida Lander è la deviazione standard della velocità di reazione. Questo sta ad indicare che maggiore è la variabile delle prestazioni in termini di velocità di reazione misurata durante il Reaction Test, maggiori sono i comportamenti di guida rischiosi durante la prestazione di guida simulata al Lander.

Anche in questo caso, come per il simulatore HRT, la variabile Falsi Allarmi correla in modo positivo con gran parte delle variabili estrapolate dal simulatore Lander. Ciò sta ad indicare che, se durante la somministrazione della prova del VTS-Traffico il partecipante commette un numero elevato di falsi allarmi, ovvero risponde a degli stimoli non pertinenti, allora durante la prestazione di guida simulata adotterà un comportamento di guida più rischioso. La variabile Falsi Allarmi sembra quindi predire un comportamento alla guida rischioso.

Un'altra variabile che correla positivamente con le variabili estrapolate dal Lander è la deviazione standard della velocità di reazione. Questo indica che una variabilità di prestazione nel Reaction Test riflette una maggiore reattività nei conducenti ma anche una maggiore adozione di comportamenti di rischio.

Inoltre, il legame tra violazioni e falsi allarmi e le variabili riferite alla velocità di reazione potrebbero indicare un profilo comportamentale di guida più rischioso. Infatti, i conducenti che violano più frequentemente i limiti di velocità tendono a fare più errori nel test, il che potrebbe suggerire una minore capacità di regolazione dell'impulsività ed una predisposizione a comportamenti rischiosi anche nel simulatore di guida Lander.

Infine, per quanto riguarda la velocità motoria misurata nel Reaction Test, è possibile notare una correlazione significativa con il numero di reazioni. Sembra infatti che all'aumentare della velocità motoria diminuisca il numero di reazioni. Questo potrebbe indicare che se aumenta la velocità motoria c'è una maggiore efficienza nel riconoscere ed anticipare gli eventi di guida. Infatti, sembrerebbe che una velocità

motoria superiore permetta al conducente di prevedere meglio gli stimoli e rispondere con movimenti e manovre più sicure durante il percorso di guida simulata.

Successivamente, sono state analizzate le correlazione tra il test Determination Test (che misura la tolleranza allo stress, vedi paragrafo 2.2.1) del VTS-Traffico ed i due simulatori, partendo dall'HRT.

Nome Variabili	TR_Med	NReaz	NStim	ReazTemp	ResReat
N_FAnt	-0,273*	0,322**	0,306**	0,300**	0,308**
Incidenti	0,333**	-0,244*	-0,275	-0,262*	-0,207
Valutazioni	0,298**	-0,184	-0,232*	-0,242*	-0,154
DS_Inst	0,232*	-0,197	-0,260	-0,248*	-0,242*

Tabella 4. Correlazioni tra le variabili risultate significative estrapolate dal Determination Test del VTS-Traffico e le variabili estratte dal simulatore di guida HRT. Le variabili che mostrano un legame sono in **grassetto**. Due asterischi dopo il coefficiente indicano una significatività pari a $p < 0,05$, mentre un asterisco indica una significatività pari a $p < 0,01$. Il campione è di 76 partecipanti.

La Tabella 4 presenta le correlazioni tra le variabili che derivano dal simulatore di guida HRT e le variabili estrapolate dal Determination Test del VTS-Traffico.

La mediana del tempo di reazione mostra una correlazione significativa con diverse variabili estratte dal simulatore di guida HRT. Una correlazione negativa tra la mediana del tempo di reazione e l'uso del freno anteriore suggerisce che i conducenti con tempi di reazione più rapidi tendono a fare meno affidamento sui freni, probabilmente perché si sentono più sicuri nella gestione del veicolo. L'importanza dei tempi di reazione è ulteriormente evidenziata dalla correlazione positiva tra tempi di reazione più lunghi e un numero maggiore di incidenti. Questo indica che una minor prontezza nel rilevare gli stimoli compromette la sicurezza alla guida. Infine, la correlazione positiva tra la mediana del tempo di reazione e le valutazioni suggerisce che all'aumentare dei tempi di reazioni, aumentano anche le valutazioni negative fornite dal software, indicando un comportamento di guida più rischioso.

La correlazione positiva tra il numero di reazioni corrette e l'uso del freno anteriore, invece, indica che i conducenti che reagiscono prontamente agli stimoli tendono a utilizzare il freno anteriore con maggiore frequenza. Questo indica che, quando si registrano più reazioni corrette durante il test, si manifesta un atteggiamento più cauto nei confronti di possibili pericoli esterni.

Tuttavia, una reazione eccessivamente rapida potrebbe anche portare a comportamenti impulsivi, come indicato dalla correlazione negativa tra il numero di reazioni tempestive e la valutazione complessiva della prestazione al simulatore HRT. Ciò implica che, sebbene la prontezza sia generalmente vista come un vantaggio, potrebbe tradursi in una propensione negativa se non adeguatamente calibrata, portando a decisioni affrettate che possono compromettere la sicurezza stradale.

Infine, le correlazioni negative tra la deviazione standard dell'instabilità e le variabili cognitive, come il numero di reazioni tempestive e la resistenza reattiva indicano che le abilità cognitive superiori non riducono solo il rischio di incidenti ma contribuiscono anche ad una guida più stabile e controllata. Infine, l'analisi delle correlazioni viene eseguita tra il Determination Test del VTS-Traffico e la prestazione di guida simulata al Lander.

Nome Variabili	TR_Med	NReaz	NStim	ReazTemp	ResReat
M_Vel Lander	0,234*	-0,157	-0,204	-0,205	-0,17
MSpeedViol	0,293*	-0,199	-0,239*	-0,240*	-0,189
N_Incidenti	0,229*	-0,096	-0,136	-0,159	-0,086
Violazioni	0,347**	-0,299**	-0,344**	-0,302**	-0,295**

Tabella 5. Correlazioni tra le variabili risultate significative estrapolate dal Determination Test del VTS-Traffico e le variabili estratte dal simulatore di guida Lander. Le variabili che mostrano un legame sono in **grassetto**. Due asterischi dopo il coefficiente indicano una significatività pari a $p < 0,05$, mentre un asterisco indica una significatività pari a $p < 0,01$. Il campione è di 76 partecipanti.

Come rappresentato nella Tabella 5, la mediana del tempo di reazione correla in modo significativo con la velocità media della prova simulata al Lander. Questo dato sta ad indicare che a velocità di guida più elevate corrispondono tempi di reazione minori. Questo potrebbe suggerire che mantenere una velocità più alta durante la guida simulata richiede maggiore concentrazione e gestione degli stimoli nell'ambiente circostante.

La media delle violazioni del limite di velocità mostra una correlazione positiva con la mediana del tempo di reazione e correlazioni negative con il numero di stimoli ed il numero di reazioni tempestive. Questi dati suggeriscono che i partecipanti con tempi di reazione più lenti tendono a superare più spesso i limiti di velocità e a commettere più infrazioni, forse nel tentativo di compensare la loro lentezza.

Il rischio di incidenti è anch'esso legato ai tempi di reazione, con una correlazione positiva tra la mediana del tempo di reazione ed il numero di incidenti. Questo prova il fatto che tempi di reazione più lunghi possono compromettere la sicurezza ed aumentare la probabilità di commettere incidenti.

Infine, le violazioni complessive alla prestazione di guida simulata sono negativamente correlate con il numero di reazioni, il numero di stimoli, il numero di reazioni tempestive e la resistenza reattiva. Queste ultime analisi indicano che un buon controllo cognitivo, misurato attraverso la capacità di gestire stimoli multipli e reagire prontamente, è fondamentale per ridurre le violazioni. Infatti, chi è in grado di rispondere con maggiore rapidità e precisione tende a violare meno frequentemente le regole.

Infine, a livello esplorativo, sono state analizzate le correlazioni tra la batteria di test WRBTV (che misura la percezione del rischio; vedi paragrafo 2.2.1) appartenente al VTS-Traffico ed i due simulatori, rispettivamente HRT e Lander. Quest'analisi ha dimostrato che la propensione del rischio ricavata dal test WRBTV correla positivamente

con la media della velocità dei due simulatori, rispettivamente HRT ($r=0,248$) e Lander ($r=0,272$).

La correlazione positiva tra la propensione al rischio e la velocità media nel simulatore HRT e nel simulatore Lander indica che le persone con una maggiore inclinazione al rischio tendono a mantenere velocità più elevate durante la guida simulata. Questo comportamento conferma che chi guida a velocità più elevate ha una maggiore predisposizione ad assumersi dei rischi.

Questi risultati suggeriscono che il controllo della velocità nella guida simulata si associa alla propensione al rischio valutata con il WRBTV.

Questionari

Successivamente, sono stata eseguite le correlazione tra i questionari DBQ e DDDI e i due simulatori di guida che valutano i comportamenti di guida durante la prestazione simulata. Partiamo da quelle tra i questionari ed il simulatore HRT.

Nome Var	Mistak DBQ	Viol Non Int DBQ	ViolInt DBQ	Errori DBQ	Viol DBQ	Aggres Guida DDDI	Risch Guida DDDI	Totale DDDI
MVel	0,157	0,2	0,109	0,082	0,139	0,242*	0,153	0,206
DSVel	0,280*	0,109	0,177	0,197	0,171	0,111	0,178	0,174
DSAcc	0,234*	0,156	0,159	0,216	0,169	0,059	0,072	0,094
Ecc Frame	0,231*	0,265*	0,260*	0,173	0,278*	0,249*	0,297**	0,320**
M Eccessi	0,242*	0,191	0,2	0,199	0,21	0,186	0,255*	0,259*
MInst	-0,179	-0,156	0,069	-0,260*	0,016	0,083	0,065	0,117

Tabella 6. Correlazioni tra le variabili risultate significative estrapolate dai questionari DBQ e DDDI e le variabili estratte dal simulatore di guida HRT. Le variabili che mostrano un legame sono in **grassetto**. Due asterischi dopo il coefficiente indicano una significatività pari a $p < 0,05$, mentre un asterisco indica una significatività pari a $p < 0,01$. Il campione è di 76 partecipanti.

Come si può notare nella Tabella 6, la velocità media rilevata nel simulatore di guida HRT mostra una correlazione positiva significativa con l'aggressività alla guida misurata nel questionario DDDI. Questo

indica che i conducenti che tendono ad essere più aggressivi assumono comportamenti rischiosi mantenendo velocità più elevate al simulatore.

Inoltre, il tempo speso in eccesso di velocità è positivamente correlato con vari comportamenti rischiosi, quali le violazioni intenzionali e non intenzionali, l'aggressività nella guida ed una guida rischiosa. Questo suggerisce che chi tende a superare i limiti di velocità in maniera consistente durante la prestazione di guida simulata è anche incline a violare le regole sia in modo intenzionale che non intenzionale, e manifesta comportamenti più aggressivi e rischiosi alla guida.

Anche la deviazione standard della velocità e dell'accelerazione sono positivamente correlate con i *mistakes* autoriportati nel questionario DBQ, suggerendo che una guida meno costante, con variazioni frequenti nella velocità e nell'accelerazione, è legata ad una maggiore probabilità di commettere errori.

Quest'analisi ci suggerisce in sintesi che le persone che mostrano comportamenti di guida più rischiosi oppure aggressivi nei questionari DBQ e DDDI tendono a mantenere velocità più elevate ed a violare i limiti di velocità nel simulatore HRT. Ciò indica che i questionari descritti in precedenza possono essere strumenti utili per predire il comportamento di guida rischioso in un contesto simulato.

Infine, sono state analizzate le correlazioni tra DBQ e DDDI e le prestazioni al simulatore di guida Lander.

Nome variabili	Mistak DBQ	ViolInt_ DBQ	Viol Tot DBQ	Aggres Guida_ DDDI	Risch_ Guida_ DDDI	Emoz Neg DDDI	Totale_ DDDI
Vel_max	0,102	0,177	0,157	0,097	0,257*	0,122	0,207
M_Vel Lat	0,232*	0,258*	0,203	0,108	0,233*	0,178	0,226*
M_Rot Man	0,248*	0,305**	0,253*	0,054	0,250*	0,184	0,217
Speed Violmax	0,104	0,178	0,167	0,135	0,245*	0,145	0,226*
M_Speed Viol	0,107	0,215	0,186	0,161	0,284*	0,260*	0,305**
T_Speed Viol	0,14	0,21	0,201	0,243*	0,221	0,201	0,280*
Viol	0,097	0,21	0,176	0,18	0,282*	0,226	0,296**

Tabella 7. Correlazioni tra le variabili risultate significative estrapolate dai questionari DBQ e DDDI e le variabili estratte dal simulatore di guida Lander. Le variabili che mostrano un legame sono in **grassetto**. Due asterischi dopo il coefficiente indicano una significatività pari a $p < 0,05$, mentre un asterisco indica una significatività pari a $p < 0,01$. Il campione è di 76 partecipanti.

Come mostrato nella Tabella 7, la velocità laterale media mostra correlazioni positive significative con i *mistakes* e le violazioni intenzionali valutati nel DBQ e con la guida rischiosa misurata nel DDDI. Questo risultato indica che i conducenti che mostrano una velocità laterale (cambi di direzione o di corsia) più alta tendono a commettere più violazioni intenzionali. Il controllo laterale del veicolo risulta quindi un indicatore di una gestione meno precisa del veicolo che può portare ad una guida meno sicura e più rischiosa.

La media della rotazione del manubrio è correlata positivamente con diverse variabili tra cui le violazioni intenzionali e il totale delle violazioni misurate nel DBQ e lo stile di guida rischioso valutato nel DDDI. Questi risultati indicano che i conducenti che effettuano dei movimenti di rotazione del manubrio più marcati tendono ad avere un comportamento più rischioso alla guida. Un controllo del manubrio più frequente, infatti, può riflettere uno stile di guida meno attento e più impulsivo.

La media delle violazioni di velocità ed il tempo in cui il conducente viola i limiti di velocità mostrano correlazioni positive con lo stile di guida rischioso ed aggressivo misurati nel questionario DDDI. Questo suggerisce che i conducenti che superano frequentemente i limiti di velocità tendono ad avere uno stile di guida più rischioso e possono manifestare comportamenti più aggressivi. La loro propensione a infrangere le regole sulla velocità potrebbe indicare una tendenza a prendere decisioni più avventate e impulsive.

Le violazioni totali misurate dal simulatore Lander correlano positivamente con lo stile di guida rischioso e con il totale delle risposte date al DDDI. Questo risultato indica che i conducenti che accumulano più violazioni durante le prestazioni di guida tendono a riportare uno stile di guida rischioso ed ad esibire complessivamente comportamenti più inclini al rischio.

4.3.2 Regressioni

La regressione lineare è una metodologia statistica utilizzata per esaminare la relazione tra una variabile dipendente e una o più variabili indipendenti, note anche come predittori. Questa tecnica si basa sull'idea che ci sia una relazione lineare tra la variabile dipendente e le variabili indipendenti, consentendo di modellare e prevedere i valori della variabile di risposta in base ai valori delle variabili predittive. La regressione lineare può essere di due tipi: semplice, quando si analizza la relazione tra una singola variabile dipendente ed una indipendente, o multipla, quando sono presenti più variabili indipendenti. La regressione lineare è molto utile poiché consente di quantificare l'entità e la direzione dell'associazione tra le variabili, fornendo stime accurate dei coefficienti che mostrano l'effetto di ciascun predittore sulla variabile dipendente. Inoltre, questa tecnica permette di valutare l'adeguatezza del modello attraverso l'analisi dei residui e del coefficiente di determinazione R^2 che indica la proporzione di varianza della variabile dipendente spiegata dalle variabili indipendenti incluse nel modello (Weisberg, 2005).

In questa tesi, l'obiettivo delle regressioni è esaminare quanto le diverse variabili estrapolate dal VTS-Traffico, che valutano i prerequisiti cognitivi, possano predire comportamenti di guida rischiosi, valutati attraverso le prestazioni al simulatore di guida.

In primo luogo, dopo aver verificato la distribuzione normale delle variabili e analizzato le correlazioni, si confrontano i vari modelli generati per identificare quello più completo con p-value inferiore a 0,05. Una volta accettato il modello, si valuta quanto bene si adatta ai dati, utilizzando il valore di R^2 , compreso tra 0 e 1. Un valore vicino a 1 indica un buon modello, capace di prevedere efficacemente la variabile target attraverso le variabili esplicative. L'errore standard della stima, invece, dovrebbe risultare il più basso possibile. Infine, si esamina la tabella dei coefficienti, dove si trova il coefficiente di regressione (β). Un valore positivo di β indica che la variabile contribuisce ad aumentare la variabile target, mentre un valore negativo suggerisce un effetto opposto.

Dopo aver condotto un'analisi descrittiva preliminare delle variabili e aver eseguito le correlazioni, sono state effettuate le analisi di regressione. Queste analisi si sono concentrate, in primo luogo, sui prerequisiti cognitivi valutati al VTS-Traffico e sulle variabili dei simulatori di guida che comportano dei rischi; in secondo luogo, sono state condotte analisi di regressione tra le prestazioni al simulatore e i risultati ottenuti dai questionari auto-riportati DBQ e DDDI.

HRT

Dopo aver esaminato le correlazioni significative tra le variabili del VTS-Traffico ed il simulatore di guida HRT, le variabili dipendenti estratte dal simulatore che sono state utilizzate nelle analisi di regressione sono risultate il numero di eccessi, il numero di frame nei quali è presente una violazione del limite di velocità, il numero di incidenti commessi e le valutazioni date dal software in base alla prestazione di guida. Il predittore per le prime due variabili dipendenti è il numero di falsi allarmi misurato nel Reaction Test, mentre i predittori per il numero di incidenti e le

valutazioni sono il numero di falsi allarmi e la mediana del tempo di reazione ricavata invece dal Determination Test.

La variabile $N_Eccessi$, che sta ad indicare il numero di eccessi di velocità commessi durante la prestazione di guida simulata, è predetta in modo significativo dalla variabile estrapolata da RT Numero di Falsi Allarmi, $\beta=0,300$, $t(75)=2,706$, $p=0,008$. Ciò sta ad indicare che, all'aumentare di una deviazione standard del numero di Falsi Allarmi la deviazione standard del numero di eccessi aumenta di 0,3 indipendentemente dalle loro unità di misura. Questo modello di regressione riesce a spiegare una parte significativa ma modesta, della varianza relativa al numero di eccessi, con $R^2=0,078$, $F(1,75)=7,324$, $p=0,008$. Il coefficiente di determinazione R^2 suggerisce che circa l'8% della varianza del numero di eccessi di velocità può essere attribuita al numero di falsi allarmi. Questi risultati confermano che il numero di falsi allarmi, intesi come risposte a stimoli non corretti durante il Reaction Test, possono predire i comportamenti rischiosi alla guida, come gli eccessi di velocità.

Il secondo modello di regressione analizza la relazione tra $Eccessi_Frame$ (variabile dipendente) ed il predittore $FalsiAllarmi$. I risultati indicano che il numero di falsi allarmi è un predittore significativo del tempo speso in eccesso di velocità, $\beta=0,288$, $t(75)=2,591$, $p=0,012$. Il coefficiente di regressione standardizzato suggerisce che per ogni aumento di una deviazione standard dei falsi allarmi, il numero di frame caratterizzati da eccesso di velocità aumenta di 0,29. Il modello di regressione complessivo risulta essere significativo, $R^2=0,071$, $F(1,75)=6,715$, $p=0,012$. Il coefficiente di determinazione R^2 indica che il modello spiega il 7% della varianza del tempo speso in eccesso di velocità. L'analisi mostra quindi che un aumento nei falsi allarmi è significativamente associato ad un aumento nel tempo che i partecipanti spendono guidando al di sopra del limite di velocità. Questo suggerisce che la variabile Numero di Falsi Allarmi possa essere predittiva di una maggiore predisposizione da parte del soggetto a comportamenti rischiosi

alla guida quali il superamento dei limiti di velocità per periodi prolungati (registrati dal simulatore HRT in frame). Quindi, come confermato nel primo modello di regressione descritto, il numero di falsi allarmi è un buon predittore dei comportamenti rischiosi alla guida.

Prendendo in considerazione la variabile Incidenti, che sta ad indicare il numero di incidenti commessi durante i percorsi al simulatore di guida HRT, l'output fornisce due modelli di regressione lineare. Infatti, la variabile Incidenti risulta essere predetta in modo significativo dal numero di Falsi Allarmi e dalla Mediana del tempo di reazione rispettivamente con $\beta=0,336$, $t(75)=3,068$, $p=0,003$ (numero di falsi allarmi) e $\beta=0,257$, $t(75)=2,312$, $p=0,024$ (mediana dei tempi di reazione). Questi predittori spiegano una significativa porzione della varianza del numero di Incidenti $R^2=0,151$, $F(2,75)=7,657$, $p<0,001$. Il coefficiente di determinazione R^2 suggerisce che circa il 15% della varianza nel numero di incidenti può essere attribuito ai falsi allarmi ed ai tempi di reazione. Questi risultati suggeriscono che il numero di falsi allarmi, come nelle analisi di regressione precedenti, riflette un'eccessiva impulsività che porta a comportamenti di guida rischiosi aumentando il rischio di incidenti e che tempi di reazione più lenti possono riflettere una riduzione della prontezza di risposta nella guida, dove la capacità di reagire prontamente agli stimoli nell'ambiente è cruciale. Questi tempi più lenti potrebbero comportare un maggiore rischio di incidenti.

Infine, anche per quanto riguarda la variabile Valutazioni, l'output fornisce due modelli di regressione lineare. Il migliore indica che la variabile Valutazioni può essere predetta in modo significativo dal numero di Falsi Allarmi, $\beta=0,309$, $t(75)=2,792$, $p=0,007$ e dalla mediana dei tempi di reazione, $\beta=0,228$, $t(75)=2,013$, $p=0,048$. Questi predittori spiegano una significativa porzione della varianza della variabile Valutazioni, $R^2=0,119$, $F(2,75)=6,084$, $p=0,004$. Questi risultati suggeriscono che sia il numero di falsi allarmi sia i tempi di reazione influenzano le valutazioni fornite dal simulatore di guida HRT.

Lander

Per quanto riguarda il simulatore Lander, dopo aver analizzato le correlazioni, le variabili dipendenti utilizzate per le analisi di regressione lineare semplice sono state il numero di violazioni di velocità (N_SpeedViol), il tempo trascorso violando il limite di velocità (T_SpeedViol) e le violazioni totali (Violazioni). Per la variabile N_SpeedViol i predittori erano il numero di falsi allarmi ed il numero di reazioni mancate; per la variabile T_SpeedViol il predittore è la deviazione standard della velocità di reazione; infine, per la variabile Violazioni i predittori sono il numero di falsi allarmi ed il numero di stimoli presentati nel Determination Test.

Il primo modello di regressione significativo ha come variabile dipendente il numero di violazioni di velocità ed è spiegato da due predittori: il Numero di Falsi Allarmi e il Numero di Reazioni Mancate, ovvero il numero di volte che il partecipante non ha risposto a stimoli pertinenti. La variabile N_SpeedViol è quindi predetta in modo significativo dal numero di falsi allarmi, $\beta=0,311$, $t(75)=2,813$, $p=0,006$ e dal numero di reazioni mancate, $\beta=0,223$, $t(75)=2,054$, $p=0,044$. Questi predittori spiegano una significativa porzione della varianza della variabile N_SpeedViol, $R^2=0,123$, $F(2,75)=6,239$, $p=0,003$. Il miglior modello spiega il 12% della varianza del numero di violazioni di velocità. I partecipanti che tendono a rispondere a stimoli non pertinenti o non rispondono a stimoli rilevanti dimostrano di avere una maggiore propensione nel superare i limiti di velocità. Quindi, il numero di falsi allarmi risulta essere un predittore valido dei comportamenti di guida rischiosi.

Prendendo in considerazione la variabile T_SpeedViol, ovvero il tempo trascorso violando il limite di velocità nel percorso di guida del simulatore Lander, l'output fornisce un modello di regressione lineare significativo. Infatti, la variabile T_SpeedViol risulta essere un predittore della Misura di dispersione della velocità di reazione (VelReaz_DS), che sta ad indicare la variabilità nella velocità di reazione del partecipante

durante il Reaction Test, $\beta=0,285$, $t(75)=2,553$, $p=0,013$. Questo predittore spiega una parte significativa della varianza della variabile T_SpeedViol, $R^2=0,069$, $F(2,75)=6,519$, $p=0,013$. L'indice di determinazione indica che circa il 7% della varianza del tempo trascorso violando il limite di velocità è spiegata dalla variabilità della velocità di reazione. Anche se la varianza spiegata è modesta, il modello risulta comunque essere statisticamente significativo. Questi risultati indicano che una maggiore variabilità nelle risposte agli stimoli durante la somministrazione del Reaction Test è associata ad una maggiore tendenza a violare i limiti di velocità. Si può dire quindi che la misura di dispersione della velocità di reazione può essere un buon predittore di una condotta di guida più rischiosa.

L'ultimo modello di regressione riguardante il simulatore di guida Lander, prende in considerazione la variabile Violazioni, riferite alle violazioni commesse durante il percorso. L'output fornisce due modelli di regressione statisticamente significativi. Il migliore indica che la variabile Violazioni è predetta in modo significativo dal numero di Falsi Allarmi, $\beta=0,398$, $t(75)=3,730$, $p<0,001$ e dal numero di Stimoli presentati nel Determination Test, $\beta=-0,258$, $t(75)=-2,407$, $p=0,019$. Il numero di stimoli ha un effetto negativo sulla variabile Violazioni, infatti il coefficiente di regressione standardizzato negativo suggerisce che un numero maggiore di stimoli presentati durante il test è associato a un numero minore di violazioni durante la prestazione di guida. Questo risultato è coerente, poiché se nel Determination Test vengono presentati più stimoli, significa che il partecipante è in grado di gestire bene lo stress. Una possibile interpretazione di questi risultati quindi è che una maggiore esposizione a stimoli nel Determination Test possa riflettere una maggiore capacità di resistenza reattiva e una maggiore flessibilità cognitiva, che a sua volta può ridurre la propensione a commettere infrazioni durante il compito di guida. Questi predittori spiegano una porzione significativa della varianza della variabile Violazioni, con $R^2=0,199$, $F(2,75)=10,304$, $p<0,001$. Ciò implica che il 20% della varianza del numero di violazioni commesse è

spiegato da questi due predittori e ci sono altre variabili non incluse nel modello che potrebbero contribuire ulteriormente a spiegare il numero di violazioni. L'analisi suggerisce quindi che un maggior numero di falsi allarmi è associata a un aumento delle violazioni durante la guida. Questo risultato potrebbe derivare da una scarsa discriminazione tra stimoli pertinenti e non pertinenti, indicando una diminuzione dell'efficacia dei processi attentivi, che potrebbe aumentare la probabilità di infrazioni. D'altra parte, un numero maggiore di stimoli presentati nel Determination Test è associato a un numero minore di violazioni, suggerendo che una maggiore esposizione a stimoli sia predittiva di un miglioramento delle capacità cognitive che portano ad adottare comportamenti meno rischiosi alla guida.

Questionari

In un secondo momento, si è voluto andare ad indagare se anche i questionari riuscissero a predire i comportamenti di rischio presenti nelle prestazioni di guida simulata. In base alle ipotesi di ricerca, nell'analisi di regressione la predicibilità dei comportamenti di rischio è stata esplorata per il punteggio totale dato dal questionario DDDI, poiché esso valuta specificatamente questi tipi di comportamenti. Il DBQ, al contrario, va ad indagare gli errori e le violazioni commesse alla guida e non ha dato risultati significativi.

Prendendo in considerazione il simulatore di guida HRT, la variabile *Eccessi_Frame*, ovvero il tempo speso guidando oltre il limite di velocità, è predetto in modo significativo dal punteggio totale ottenuto al questionario DDDI, $\beta=0,320$, $t(75)=2,904$, $p=0,005$. La variabile *Totale_DDDI* spiega una porzione significativa della variabile *Eccessi_Frame*, $R^2=0,090$, $F(1,75)=8,432$, $p=0,005$. L'associazione positiva tra il totale del punteggio ottenuto al DDDI ed il numero di frame dove è presente un eccesso di velocità suggerisce che i partecipanti con punteggi più elevati al DDDI guidano al di sopra dei limiti di velocità per periodi più lunghi durante il test di guida simulata.

In un altro modello di regressione il T_SpeedViol, ovvero il tempo speso superando il limite di velocità è predetto in modo significativo dal Totale_DDDI, $\beta=0,280$, $t(75)=2,507$, $p=0,014$. Questo predittore spiega una porzione significativa della varianza nella variabile T_SpeedViol, $R^2=0,066$, $F(1,75)=6,285$, $p=0,014$. I risultati della analisi mostrano quindi come il punteggio totale ottenuto al DDDI sia un predittore significativo della variabile T_SpeedViol. Infatti, il risultato suggerisce che un punteggio più elevato al test DDDI è associato ad una maggiore propensione a trascorrere più tempo violando i limiti di velocità. Il questionario DDDI riflette infatti dimensione comportamentali che influenzano negativamente il comportamento di guida, come tratti legati al rischio, all'aggressività ed all'emotività negativa. Questo risultato è coerente con l'idea che gli individui con punteggi più elevati in questo questionario possono essere più inclini ad assumere condotte di guida rischiose, come superare il limite di velocità per un tempo prolungato.

Infine, un ultimo modello di regressione mostra come le Violazioni misurate nel simulatore Lander siano predette in modo significativo dal punteggio totale ottenuto al DDDI, $\beta=0,296$, $t(75)=2,667$, $p=0,009$. Questo predittore spiega una significativa parte della varianza delle Violazioni, $R^2=0,075$, $F(1,75)=7,110$, $p=0,009$. Questo risultato sottolinea che il questionario DDDI è un fattore predittivo importante, sebbene vi siano altri elementi non considerati nel modello che potrebbero influenzare ulteriormente il comportamento rischioso alla guida. Il risultato, quindi suggerisce che un punteggio più elevato al DDDI è associato ad un maggiore numero di violazioni commesse durante il percorso nel simulatore Lander. Questo potrebbe indicare che determinati tratti quali l'impulsività, l'aggressività oppure una maggiore propensione al rischio potrebbero aumentare la probabilità di comportamenti di guida rischiosi, come le violazioni delle regole stradali.

4.4 Discussione generale dei risultati

I risultati delle analisi condotte sui dati estratti dai questionari DBQ e DDDI, dalla batteria di test somministrata del VTS-Traffico e dai due simulatori di guida HRT e Lander forniscono informazioni rilevanti sulle dinamiche che sottendono ai comportamenti di guida rischiosi. In primo luogo, emerge chiaramente come alcune delle variabili che misurano i prerequisiti cognitivi dei test del VTS-Traffico siano dei predittori significativi dei comportamenti rischiosi alla guida. In particolare, i falsi allarmi, rappresentativi di una scarsa discriminazione tra stimoli pertinenti e non pertinenti, risultano essere associati a comportamenti rischiosi osservati in entrambi i simulatori, come eccessi di velocità ed incidenti, confermano che una peggiore prestazione ai test del VTS-Traffico possa predire una guida meno sicura. Un altro risultato interessante è l'effetto del tempo di reazione misurato nel Determination Test che valuta la tolleranza reattiva allo stress, dove una mediana più alta, che sta ad indicare tempi di reazione più lenti, si associa ad una maggiore frequenza di incidenti e peggiori valutazioni date dal simulatore HRT. Questo risultato è coerente con la letteratura esistente che sottolinea l'importanza della prontezza di riflessi per la sicurezza stradale, infatti tempi di reazione più lenti possono indicare una minore capacità di rispondere efficacemente agli stimoli della guida aumentando la probabilità di adottare comportamenti di guida rischiosi.

Un altro aspetto importante emerso dalle analisi di regressione tra il simulatore Lander e la batteria del test somministrata del VTS-Traffico riguarda la variabilità della velocità di reazione; infatti una maggiore dispersione di questa variabile predice un maggior tempo trascorso violando i limiti di velocità al simulatore Lander. Questo suggerisce che le fluttuazioni nella capacità di rispondere agli stimoli potrebbero riflettersi in un controllo meno efficace della velocità, portando ad una maggiore inclinazione verso comportamenti rischiosi.

Per quanto riguarda l'analisi dei questionari autovalutativi DBQ e DDDI, sono emersi dei risultati rilevanti solamente riguardo il

questionario DDDI che misura specificatamente le guide rischiosa, aggressiva ed influenzata da emozioni negative. I risultati, infatti, confermano che il punteggio totale ottenuto al DDDI è un predittore significativo di comportamenti di guida rischiosi, come le violazioni di velocità ed il tempo trascorso guidando oltre al limite in entrambi i simulatori. L'associazione tra alti punteggi al DDDI e condotte di guida rischiose è in linea con quanto atteso poiché il DDDI, come detto in precedenza, misura direttamente aspetti comportamentali legati al rischio. Questo evidenzia quindi come tratti di personalità rischiosi possano avere un impatto diretto e misurabile sul comportamento alla guida, incrementando la probabilità di violazioni ed incidenti.

CONCLUSIONI

Nel 2022, secondo i dati Istat, il numero di vittime registrate sulle strade è 20.385, questa è una cifra che segnala che la promozione della sicurezza stradale deve essere uno dei massimi obiettivi dell'Unione Europea attualmente (ISTAT, 2022). Le discipline come la Psicologia del Traffico possono contribuire attivamente alla prevenzione degli incidenti stradali e alla riduzione dei comportamenti di rischio su strada, fornendo informazioni riguardo al “fattore umano”, che sono di fondamentale importanza sia nell'ambito ingegneristico che nell'ambito educativo.

La ricerca si è focalizzata sull'analisi della capacità predittiva dei comportamenti di rischio segnalati nei questionari DBQ e DDDI e nelle prestazioni ai simulatori di guida HRT e Lander da parte del VTS-Traffico, che consiste in una batteria di test computerizzati che valuta i prerequisiti cognitivi per la guida. Dalle analisi svolte, si può dire che questo strumento abbia una buona capacità di predire sia i comportamenti rischiosi che possono essere riscontrati durante le prove di guida simulata sia le autovalutazioni riportate nel questionario DDDI. Questo questionario ha come obiettivo quello di andare ad indagare la guida rischiosa, la guida aggressiva e la guida caratterizzata da emozioni negative ed infatti le analisi hanno dimostrato come esso sia in grado di predire in modo significativo i comportamenti rischiosi su strada. Inoltre, i risultati ottenuti mostrano come le variabili estrapolate dal VTS-Traffico che fanno riferimento ai prerequisiti cognitivi abbiano un'elevata capacità di predire i comportamenti rischiosi messi in atto durante la guida simulata. Questo sta ad indicare che la somministrazione di questo test computerizzato risulti essere estremamente utile.

Questo studio, oltre a fornire risultati rilevanti per la letteratura scientifica odierna presenta delle limitazioni che influenzano l'interpretazione e la generalizzabilità dei risultati. Infatti, il campione utilizzato nel studio non è rappresentativo della popolazione generale dei conducenti di veicoli in quanto questa ricerca è stata condotta principalmente su studenti universitari che mostrano delle caratteristiche

psicologiche e dei prerequisiti cognitivi ben specifici. I risultati, quindi, non possono essere generalizzati all'intera popolazione italiana dei conducenti di veicoli. Per generalizzare i risultati emersi, oltre ad ampliare il campione includendo varie fasce di età, una possibile direzione futura potrebbe essere quella di realizzare uno studio longitudinale. Questo studio potrebbe esaminare come i comportamenti di guida e le prestazioni evolvono nel tempo, concentrandosi sui comportamenti a rischio e sviluppando modelli che evidenziano i cambiamenti nelle prestazioni di guida, ad esempio in relazione all'età.

Un altro limite della ricerca potrebbe essere che i questionari siano soggetti ad un bias di desiderabilità sociale in quanto sono auto-riportati. Infatti, come esplicitato in precedenza, i partecipanti potrebbero non essere completamente onesti sui propri comportamenti di guida quando rispondono alle domande del questionario e potrebbero sentirsi in dovere di fornire un'immagine di sé migliore di quella reale, influenzando così la validità dei dati raccolti.

La ricerca è stata condotta con dei simulatori di guida, che, sebbene forniscano un ambiente controllato e sicuro per misurare i comportamenti di guida, presentano un'ambiente virtuale che non riflette pienamente le condizioni di guida reali. Infatti, i partecipanti durante la prova potrebbero non percepire il rischio nel simulatore come fanno nella vita reale e questo potrebbe influenzare la loro propensione a comportamenti rischiosi. Tale limitazione è confermata dal fatto che, durante la prova, non ci sono conseguenze reali per le violazioni o gli incidenti (ad es. delle sanzioni) e questo può portare i soggetti a guidare in modo più spericolato di quanto farebbero in una situazione reale.

Come esplicitato in precedenza, in diversi modelli di regressione il valore di R^2 risulta essere relativamente basso indicando che un'ampia parte della varianza nei comportamenti di guida non è stata spiegata. Pertanto, negli studi futuri, si potrebbero prendere in considerazione delle variabili che in questa ricerca non sono state esaminate, come le misurazioni psicofisiologiche (frequenza cardiaca o conduttanza cutanea)

o quelle comportamentali (monitoraggio oculare con *l'eye tracker*) per avere una comprensione più completa dei fattori che influenzano i comportamenti di guida rischiosi.

Questa ricerca risulta essere importante perché dimostra anche che uno strumento come il VTS-Traffico potrebbe essere utilizzato presso le scuole guida da personale con specifica formazione psicologica per contribuire al processo di rilascio di patente.

Infine, l'utilizzo e l'implementazione di tecnologie emergenti sta spingendo sempre più la ricerca a dover studiare fenomeni come la guida autonoma. Una prospettiva futura cruciale, infatti, risulta essere quella di andare ad indagare i comportamenti di guida rischiosi in relazione all'utilizzo di veicoli a guida autonoma soffermandosi in modo primario sui comportamenti umani e le variabili psicologiche coinvolte.

In conclusione, il presente studio contribuisce alla comprensione dei fattori che influenzano le prestazioni di guida e fornisce una base per ulteriori ricerche. L'identificazione di nuove variabili e l'uso di metodologie avanzate risultano essere importanti per migliorare i modelli predittivi e gli strumenti di valutazione della sicurezza stradale. Infatti, analizzando l'implementazione e l'utilizzo dei simulatori di guida, si può dire che questi strumenti possono rappresentare un passo importante verso il miglioramento della sicurezza stradale anche in vista degli obiettivi dell'Agenda 2050 stilati dall'Unione Europea.

BIBLIOGRAFIA

Aberg, L., & Rimmo, P. A. (1998). Dimensions of aberrant driver behaviour. *Ergonomics*, *41*(1), 39-56.

Ajzen, I., (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, *50* (2), 179–211.

Asimakopulos, J., Boychuck, Z., Sondergaard, D., Poulin, V., Ménard, I., & Korner-Bitensky, N. (2012). Assessing executive function in relation to fitness to drive: A review of tools and their ability to predict safe driving. *Australian Occupational Therapy Journal*, *59*(6), 402-427.

<https://doi.org/10.1111/j.1440-1630.2011.00963.x>

Baron, R. B., & Richardson, D. (1994). Human aggression. New York, NY Plenum.

Berkowitz, L. (1 998). Frustration-aggression hypothesis: Examination and reformulation. *Psychological Bulletin*, *106*, 59-73.

Biassoni, F., Iannello, P., Antonietti, A., & Ciceri, M. R. (2016). Influences of fertility status on risky driving behaviour. *Applied Cognitive Psychology*, *30*(6), 946-952.

Biocca, F., & Delaney, B. (1995). Immersive virtual reality technology. *Communication in the Age of Virtual Reality*, *15*(32), 10-5555.

Bouyeure A., & Noulhiane, M. (2020). Memory: Normative development of memory systems. *Handbook of Clinical Neurology*, *173*, 201-213.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64150-2.00018-6>.

Caird, J. K., & Horrey, W. J. (2011). Twelve practical and useful questions about driving simulation. *Handbook of driving simulation for engineering, medicine, and psychology*, 2. Boca Raton, Taylor & Francis.

Calhoun, V. D., & Pearlson, G. D. (2012). A selective review of simulated driving studies: combining naturalistic and hybrid paradigms, analysis approaches, and future directions. *Neuroimage*, *59*(1), 25-35.

Chan, E., Pradhan, A. K., Pollatsek, A., Knodler, M. A., & Fisher, D. L. (2010). Are driving simulators effective tools for evaluating novice drivers' hazard anticipation, speed management, and attention maintenance skills?. *Transportation research part F: Traffic Psychology and behaviour*, *13*(5), 343-353.

Ciceri, M. R., Lombardi, D., & Confalonieri, F. (2013). *Ti guida la testa. Teoria e training di psicologia del traffico* (pp. 1-223). Milano, EsseBì Italia.

De Winter, J. C., & Dodou, D. (2010). The Driver Behaviour Questionnaire as a predictor of accidents: A meta-analysis. *Journal of safety research*, *41*(6), 463-470.

Del Rio-Bermudez, C., Diaz-Piedra, C., Catena, A., Buena-Casal, G., & Di Stasi, L. L. (2014). Chronotype-dependent circadian rhythmicity of driving safety. *Chronobiology International*, *31*(4), 532-541.

Deng, M., Wu, F., Gu, X., & Xu, L. (2021). A comparison of visual ability and its importance awareness between novice and experienced drivers. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *83*, 103141.

Di Stasi, L. L., Contreras, D., Cándido, A., Cañas, J. J., & Catena, A. (2011). Behavioral and eye-movement measures to track improvements in driving skills of vulnerable road users: First-time motorcycle riders. *Transportation research part F: Traffic Psychology and behaviour*, *14*(1), 26-35.

Drożdziel, P., Tarkowski, S., Rybicka, I., & Wrona, R. (2020). Ricerca sul tempo di reazione dei conducenti nelle condizioni del traffico reale. *Open Engineering*, *10* (1), 35-47.

Dula, C. S., & Ballard, M. E. (2003). Development and evaluation of a measure of dangerous, aggressive, negative emotional, and risky driving. *Journal of Applied Social Psychology, 33*(2), 263-282.

Erkuş, U., & Özkan, T. (2019). Young male taxi drivers and private car users on driving simulator for their self-reported driving skills and behaviors. *Transportation research part F: Traffic Psychology and behaviour, 64*, 70-83.

Factor, R., Mahalel, D., & Yair, G. (2007). The social accident: A theoretical model and a research agenda for studying the influence of social and cultural characteristics on motor vehicle accidents. *Accident Analysis & Prevention, 39*, 914–921.

<https://doi.org/10.1016/j.aap.2006.12.015>

Geen, R. G. (1998). Processes and personal variables in affective aggression. In *Human aggression* (pp. 1-21). Missouri, Academic Press.

<https://doi.org/10.1016/B978-012278805-5/50002-X>

Gianfranchi, E., Tagliabue, M., Spoto, A., & Vidotto, G. (2017). Sensation seeking, non-contextual decision making, and driving abilities as measured through a moped simulator. *Frontiers in psychology, 8*, 2126.

Grasso, A., & Tagliabue, M. (2022). Over-speeding trend across self-reported driving aberrant behaviors: A simulator study. *Frontiers in Psychology, 13*, 1028791.

Groeger, J. A. (2002). Trafficking in cognition: applying cognitive psychology to driving. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 5*(4), 235-248.

Hatakka, M., Keskinen, E., Gregersen, N. P., Glad, A., & Hernetkoski, K. (2002). From control of the vehicle to personal self-control; broadening the perspectives to driver education. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, 5*(3), 201–216.

[https://doi.org/10.1016/S1369-8478\(02\)00018-9](https://doi.org/10.1016/S1369-8478(02)00018-9)

Hergovich, A., Bognar, B., Arendasy, M., & Sommer, M. (2005). Manual Vienna risk-taking test traffic (WRBTV). *Mödling: Schuhfried*.

Hornke, L. F., Etzel, S., & Rettig, K. (2003). Manual adaptive matrices test (AMT). *Mödling: SCHUHFRIED GmbH*.

Hull, J. G., Draghici, A. M., & Sargent, J. D. (2012). A longitudinal study of risk-glorifying video games and reckless driving. *Psychology of Popular Media Culture, 1*(4), 244.

ISTAT (2022). <http://www.istat.it/it/archivio/76750>

Kaça, G., İzmitligil, T., Koyuncu, M., & Amado, S. (2021). How well do the traffic psychological assessment systems predict on-road driving behaviour?. *Applied Cognitive Psychology, 35*(5), 1321-1337.

Kaptein, N. A., van der Horst, A. R. A., & Hoekstra, W. (1996). *The effect of field of view and scene content on the validity of a driving simulator for behavioural research*.

Kim, J., Park, J., & Park, J. (2020). Development of a statistical model to classify driving stress levels using galvanic skin responses. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries, 30*(5), 321-328.

Lajunen, T., & Özkan, T. (2011). Self-report instruments and methods. In B. E. Porter (Ed.), *Handbook of traffic psychology* (pp. 43–59). London, UK, Elsevier.

Le Denmat, P., Grisetto, F., Delevoye-Turrell, Y. N., Vantrepotte, Q., Davin, T., Dinca, A., ... & Roger, C. (2023). Investigating risk-taking and executive functioning as predictors of driving performances and habits: a large-scale population study with on-road evaluation. *Frontiers in Psychology, 14*, 1252164.

Li, P.F., Shi, J.J. & Liu, X.M. (2017) Driving Style Recognition Based on driver Behavior Questionnaire. *Open Journal of Applied Sciences*, 7, 115-128.

<https://doi.org/10.4236/ojapps.2017.74010>

Manca, V. (2023/2024). Stili di guida rischiosi: individuazione e predittività attraverso il Vienna Test System e i simulatori di guida. Tesi magistrale in Psicologia Cognitiva Applicata, Università di Padova.

Michon, J. A. (1979). Dealing with danger. University of Groningen- Traffic research center.

https://www.jamichon.nl/jam_writings/1979_dealing_with_danger.pdf

Mizell, L. (1997). Aggressive driving. AAA Foundation for Traffic Safety.

<http://www.aafts.org/Text/research/agdrtext.h>

Nayum, A. (2008). The role of personality and attitudes in predicting risky driving behavior. *Master of Philosophy in Psychology, Department of Psychology, University of Oslo*.

Nechtelberger, M., Vlasak, T., Senft, B., Nechtelberger, A., & Barth, A. (2020). Assessing psychological fitness to drive for intoxicated drivers: Relationships of cognitive abilities, fluid intelligence, and personality traits. *Frontiers in psychology*, 11, 1002.

Persak, N. (2011). The “human factor” of road (un)safety: Social desirability, work environment and personality. *Revija Za Kriminalistiko in Kriminologijo*, 62, 39–49

Pollatsek, A., Fisher, D. L., & Pradhan, A. (2006). Identifying and remedying failures of selective attention in younger drivers. *Current Directions in Psychological Science*, 15(5), 255-259.

Portolan, G. (2023/2024). Prerequisiti cognitivi per la guida e comportamenti rischiosi su strada. Tesi Magistrale in Psicologia Cognitiva Applicata, Università di Padova.

Punzo, V., & Ciuffo, B. (2010). Integration of driving and traffic simulation: Issues and first solutions. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 12(2), 354-363.

Ren, R., Li, H., Han, T., Tian, C., Zhang, C., Zhang, J., ... & Feng, Y. (2023). Vehicle crash simulations for safety: Introduction of connected and automated vehicles on the roadways. *Accident Analysis & Prevention*, 186, 107021.

Reason, J., Manstead, A., Stradling, S., Baxter, J., & Campbell, K. (1990). Errors and violations on the roads: A real distinction?. *Ergonomics*, 33(10-11), 1315-1332.

Richer, I., & Bergeron, J. (2012). Differentiating risky and aggressive driving: Further support of the internal validity of the Dula Dangerous Driving Index. *Accident Analysis & Prevention*, 45, 620-627.

Risser, R., Chaloupka, C., Grundler, W., Sommer, M., Häusler, J., & Kaufmann, C. (2008). Using non-linear methods to investigate the criterion validity of traffic-psychological test batteries. *Accident Analysis & Prevention*, 40(1), 149-157.

Sagberg, F., Selpi, Bianchi Piccinini, G. F., & Engström, J. (2015). A review of research on driving styles and road safety. *Human Factors*, 57(7), 1248-1275.
<https://doi.org/10.1177/0018720815591313>

Sánchez-López, M.T., Fernández-Berrocal, P., Tagliabue, M., & Megías Robles, A. (2024). Spanish adaptation and validation of the Dula Dangerous Driving Index (DDDI). *Aggressive Behavior*, 50, e22129.
<https://doi.org/10.1002/ab.22129>

Schuhfried GmbH. (2021). Manual Fitness to drive screening. Version 3-revision 7.
Austria: Schuhfried.

- Shinar, D. (2007). *Sicurezza stradale e comportamento umano*. Amsterdam, Paesi Bassi, Elsevier
- Strand, M. C., Vindenes, V., Gjerde, H., Mørland, J. G., & Ramaekers, J. G. (2019). A clinical trial on the acute effects of methadone and buprenorphine on actual driving and cognitive function of healthy volunteers. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 85(2), 442-453.
- Summala, H. (1997). Hierarchical model of behavioural adaptation and traffic accidents. *Traffic and transport psychology. Theory and application*.
- Symmons, M., & Mulvihill, C. (2011, June). A simulator comparison of riding performance between new, returned and continuing motorcycle riders. In *Driving assessment conference* (Vol. 6, No. 2011). University of Iowa.
- Tagliabue, M., Gianfranchi, E., & Sarlo, M. (2017). A first step toward the understanding of implicit learning of hazard anticipation in inexperienced road users through a moped-riding simulator. *Frontiers in psychology*, 8, 768.
- Tagliabue, M., Sarlo, M., & Gianfranchi, E. (2019). How can on-road hazard perception and anticipation be improved? Evidence from the body. *Frontiers in psychology*, 10, 167.
- Thorslund, B., & Strand, N. (2016). Vision measurability and its impact on safe driving: a literature review. *Scandinavian Journal of Optometry and Visual Science*, 9(1), 1-9.
- Tillmann, W. A., & Hobbs, G. E. (1949). The accident-prone automobile driver: A study of the psychiatric and social background. *American Journal of Psychiatry*, 106, 321–331.
- Toepper, M., Schulz, P., Beblo, T., & Driessen, M. (2021). Predicting on-road driving skills, fitness to drive, and prospective accident risk in older drivers and drivers with mild cognitive impairment: The importance of non-cognitive risk factors. *Journal of Alzheimer's disease*, 79(1), 401-414.

Underwood, G., Crundall, D., & Chapman, P. (2011). Driving simulator validation with hazard perception. *Transportation research part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 14(6), 435-446.

Useche, S. A., Cendales, B., Lijarcio, I., & Llamazares, F. J. (2021). Validation of the F-DBQ: a short (and accurate) risky driving behavior questionnaire for long-haul professional drivers. *Transportation Research part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 82, 190-201.

van der Sluiszen, N. N., Vermeeren, A., van Dijken, J. H., JAE van de Loo, A., Veldstra, J. L., de Waard, D., ... & Ramaekers, J. G. (2021). Driving performance and neurocognitive skills of long-term users of sedating antidepressants. *Human Psychopharmacology: Clinical and Experimental*, 36(1), 1-12.

Vetter, M., Schünemann, A. L., Brieber, D., Debelak, R., Gatscha, M., Grünsteidel, F., & Ortner, T. M. (2018). Cognitive and personality determinants of safe driving performance in professional drivers. *Transportation research part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 52, 191-201.

Vidotto, G., Tagliabue, M. & Tira, M. D. (2015) Long-lasting virtual motorcycle-riding trainer effectiveness. *Frontiers in Psychology*, 6.
10.3389/fpsyg.2015.01653

Wåhlberg, A., Dorn, L., & Kline, T. (2011). The Manchester Driver Behaviour Questionnaire as a predictor of road traffic accidents. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 12(1), 66–86.
<https://doi.org/10.1080/14639220903023376>

Watson-Brown, N., Truelove, V., & Senserrick, T. (2024). Self-Regulating compliance to enhance safe driving behaviours. *Transportation research part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 105, 437-453.

Weisberg, S. (2005). Applied linear regression (Vol. 528). John Wiley & Sons.

Wetton, M. A., Horswill, M. S., Hatherly, C., Wood, J. M., Pachana, N. A., & Anstey, K. J. (2010). The development and validation of two complementary measures of drivers' hazard perception ability. *Accident Analysis & Prevention*, 42(4), 1232-1239.

Wilde, G. J. (1982). The theory of risk homeostasis: implications for safety and health. *Risk Analysis*, 2(4), 209-225.

Willemsen, Chris S. Dula, Frédéric Declercq, Paul Verhaeghe (2008), The Dula Dangerous Driving Index: An investigation of reliability and validity across cultures, *Accident Analysis & Prevention*, 40 (2), 798-806.

<https://doi.org/10.1016/j.aap.2007.09.019>

Wright, C. L., & Silberman, K. (2018). Media influence on perception of driving risk and behaviors of adolescents and emerging adults. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 54, 290-298.

Wynne, R. A., Beanland, V., & Salmon, P. M. (2019). Systematic review of driving simulator validation studies. *Safety Science*, 117, 138-151.

Zhang, X., Qu, X., Tao, D., & Xue, H. (2019). The association between sensation seeking and driving outcomes: A systematic review and meta-analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 123, 222-234.

Zuckerman, M., & Aluja, A. (2015). Measures of sensation seeking. In *Measures of personality and social psychological constructs* (pp. 352-380). Academic Press.