



Anatomia della plancia

Trend emergenti e trasformazioni del design automobilistico

Politecnico di Torino
DAD - Dipartimento di Architettura e
Design
Design e Comunicazione
A.A. 2025/206

Candidato:
Klidi Ali

Relatore:
Claudio Germak

Co-relatori:
Enrico Moiso
Andrea Strippoli

Abstract

La tesi esplora lo sviluppo di una plancia, destinata a veicoli con la guida manuale, con l'obiettivo di migliorare l'esperienza a bordo attraverso un equilibrio tra benessere, sicurezza ed espressività formale. L'approccio metodologico adottato combina tre livelli di analisi: una fase comparativa su casi esistenti, uno studio delle normative e dei vincoli tecnici, e infine una fase progettuale centrata sulla definizione di un concept innovativo e plausibile.

Il risultato del progetto mira a proporre una configurazione capace di rispondere in modo proattivo ai cambiamenti previsti nei prossimi cinque anni.

Inoltre, il lavoro si propone come un contributo pratico e teorico per i designer coinvolti nell'evoluzione dell'HMI e della configurazione interna del veicolo, offrendo uno sguardo aggiornato, multidisciplinare e orientato al futuro dell'esperienza automobilistica.

Abstract

The thesis explores the development of a dashboard intended for vehicles with manual driving, with the goal of improving the on-board experience through a balance between well-being, safety, and formal expressiveness.

The methodological approach adopted combines three levels of analysis: a comparative phase on existing cases, a study of regulations and technical constraints, and finally a design phase focused on defining an innovative and plausible concept.

The result of the project aims to propose a configuration capable of proactively responding to the changes expected over the next five years.

Furthermore, the work is intended as a practical and theoretical contribution for designers involved in the evolution of HMI and the internal configuration of the vehicle, offering an updated, multidisciplinary, and future-oriented perspective on the automotive experience.

Sommario

1. Vademecum per la plancia automotive

Progettare per i progettisti

2. User centered design

2.1 Essenza del UCD

2.2 Storia dello User Centered Design

2.3 Fasi di studio

2.4 Vantaggi e svantaggi

3. Anatomia della plancia

3.1 Macro parametri di riferimento

3.1.2 Capitolo sicurezza

3.1.3 Capitolo ergonomia

3.1.4 Capitolo funzionalità

3.1.5 Capitolo espressività

3.2 Volante

3.2.2 Definizione

3.2.4 Schede dei componenti

3.2.5 Architettura del componente

3.2.6 Future trend

3.3 Clima e profumazione

3.3.2 Definizione

3.3.3 Design olfattivo: l'influenza degli odori sull'esperienza di guida

3.3.5 Schede dei componenti

3.4 Speaker

3.4.2 Definizione

3.4.3 Tipologie di suono e scenari d'impiego

3.4.4 Scheda dei componenti

3.4.4 Scheda dei componenti

3.4 Sistema d'infotainment

3.4.2 Definizione

3.4.3 Funzionalità del sistema

3.4.5 Scheda dei componenti

3.4.6 Normative

3.4.7 Future trend

3.5 Informazione da normative

3.5.2 Definizione

3.5.3 Funzioni chiave

3.5.5. Scheda dei componenti

3.5.7 Future trend

3.6 Ricarica smartphone

3.6.2 Definizione

3.6.4 Scheda del componente

3.7 Sistemi di controllo

3.7.2 Definizione

3.7.3 Tipologie di controllo degli strumenti

3.7.5 Schede del componente

3.8 Contenimento d'oggetto

3.8.2 Definizione

3.8.4 Scheda del componente

4. Considerazione finali

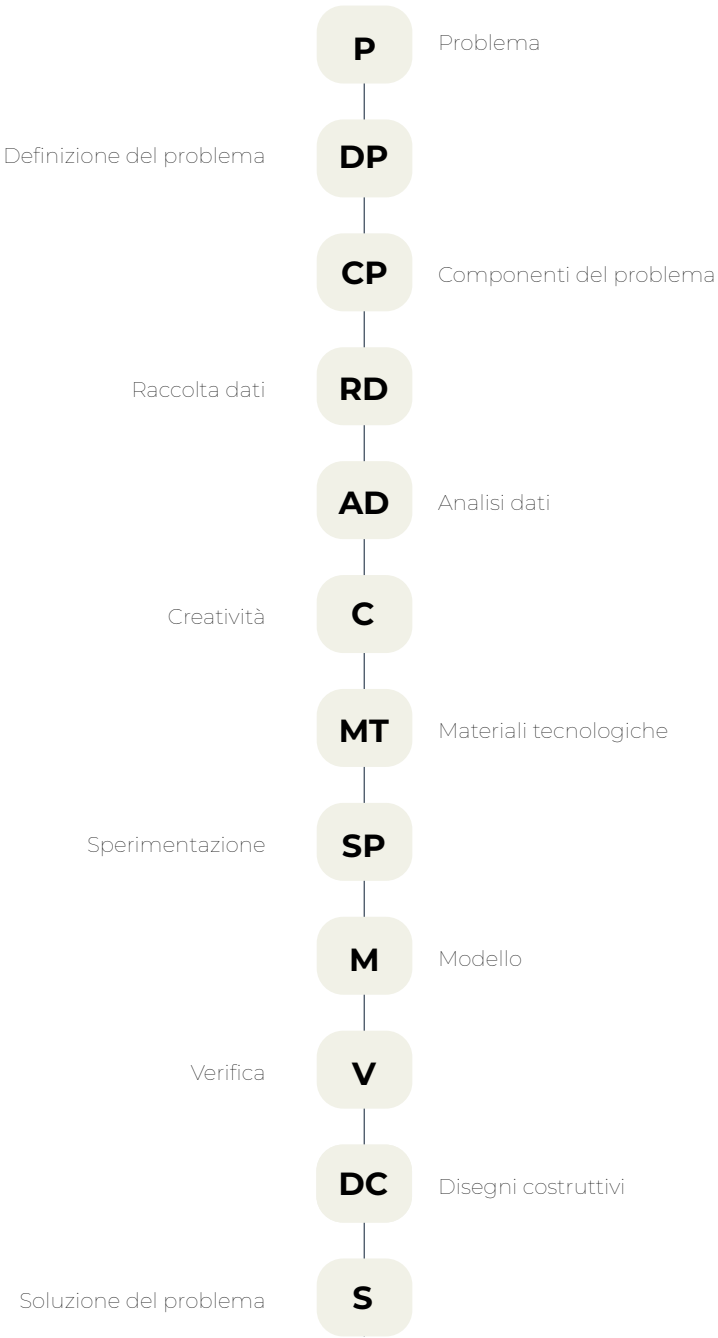
5. Bibliografia e sitografia

1.Vademecum per la plancia automotive

Progettare per i progettisti

La progettazione per sua definizione, indica il “*processo logico volto a realizzare un prodotto che soddisfi in modo ottimale requisiti espliciti (relativi a obiettivi e a vincoli tecnologici, di costo, tempo, qualità) vigenti nell'intero ciclo di vita del prodotto, mediante una sequenza di scelte, qualitative e quantitative, basate sulla tecnologia disponibile. La progettazione si svolge in settori legati alla realizzazione e gestione di strutture organizzative (anche in ambiti non tecnologici), alla pianificazione economica o delle attività, alla gestione di risorse economiche, umane, fisiche, naturali, informative, di tempo*”, serve per adottare un’ sistema che permetta di risolvere una situazione specifica, dove nel campo del design viene tradotto con il **problema**. Quest'ultimo, dove rappresenta l'elemento cardine per iniziare la progettazione viene messo in rilievo da Bruno Munari. Descrivendo che il “problema”

nasce attraverso una necessità specifica che serve per migliorare la qualità della vita, oppure relativo ad un’azienda attraverso un nuovo progetto, creando un nuovo bisogno specifico per l'utenza. Il ragionamento successivo che il designer svolge, è come il quesito venga studiato, porti ad essere il primo elemento di un’ sistema molto più complesso, attraverso l'inserimento di altre fasi per poi arrivare ad una soluzione efficace. Dopo l'individuazione dell'aspetto critico, vige la sua complessità, Munari definisce che l'efficacia di una soluzione, avviene attraverso la scomposizione, in soluzioni più semplici da affrontare, che rispetto ad un unico “blocco”. Legato alla ricerca della tesi, facendo riferimento al “problema” cioè: “*Come avere una soluzione più efficace possibile per le componenti riguardante la plancia?*” Attualmente, non viene data una risposta puntuale con una raccolta d'informazioni



Per quanto riguarda l'analisi sequenziale che si affronta per ogni componente, sono presenti dei parametri di ricerca utilizzati per la matrice e sono: **sicurezza, ergonomia, funzionalità** e infine in maniera separata **l'espressività** dell'elemento. La scelta di questi parametri viene fatta per creare nella ricerca una situazione di uniformità tra i vari elementi con l'obiettivo di essere più oggettivi possibili, attraverso normative specifiche che descrivano al meglio la soluzione possibile. Rispetto al parametro legato all'espressività, la ricerca avviene attraverso lo studio dei materiali e delle diverse tipologie che si possono avere, elencando le molteplici soluzioni in maniera tale da rendere più chiara possibile la scelta da parte dei progettisti. Rispetto alle componentistiche prese in considerazione relative alla plancia, abbiamo due macro-categorie: la prima strutturale, dove vengono presi in osservazione elementi tangibili come volante, pulsantiera, sistema di aerazione ecc.. Dopodiché, vengono presi in osservazione ele-

Figura 1.1:
Rappresentazione schematica pensata da Bruno Munari presente nel libro “Da cosa nasce cosa” 1981

2.1 Essenza dello User Centered Design

Lo **User Centered Design** è un' sistema di progettazione applicato, per rendere chi, utilizza un prodotto o un' sistema, non abbia nessuna difficoltà nell'utilizzo ma che possa rispondere a ogni circostanza di utilizzo ed a ogni bisogno. La prima volta che viene applicato questo specifico sistema è nell'anno 1980 nei laboratori di ricerca della University of California San Diego grazie allo studioso e designer Donald Norman dove poi verrà ufficializzata la sua struttura progettuale attraverso la pubblicazione nel 1986 del libro: *"User-Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction"*, assieme al accademico britannico di nome Stephen W. Draper. Dopodiché Norman cercò di ampliare il concetto di User Centered Design, attraverso la pubblicazione del suo libro nel 1986 dal titolo: *"The Psychology Of Everyday Things"*, dove attraverso l'acronimo **"POET"**, il testo cerca di evidenziare in quattro macro categorie i passaggi necessari per l'efficacia e la concretezza nella realizzazione del progetto: il primo punto viene fatto riferimento: il primo punto si

riferisce nella semplicità di determinare quali sono le possibili azioni in ogni momento, e di conseguenza anche le risposte che il progetto deve dare agli input; Come secondo punto dell' elenco è che il sistema di progetto deve essere compreso dall'utente e che dimostri in maniera chiara anche le opzioni secondarie possibili. Il terzo punto si collega al contesto del feedback che un utente deve ricevere, durante l'utilizzo del prodotto, e quindi viene tradotto nel rapporto tra "uomo-macchina" che si crea. Infine come ultimo punto abbiamo riguarda il concetto di **natural mapping**, cioè la corrispondenza naturale e intuitiva tra intento, azione e risultato percepito, ciò significa che l'interfaccia deve "parlare" nella stessa lingua dell'utente. Applicare i principi del POET alla realizzazione di un database dei componenti della plancia significa progettare un sistema intuitivo, leggibile e coerente, che aiuti il progettista a orientarsi tra elementi, funzioni e riferimenti normativi senza alcuna difficoltà.

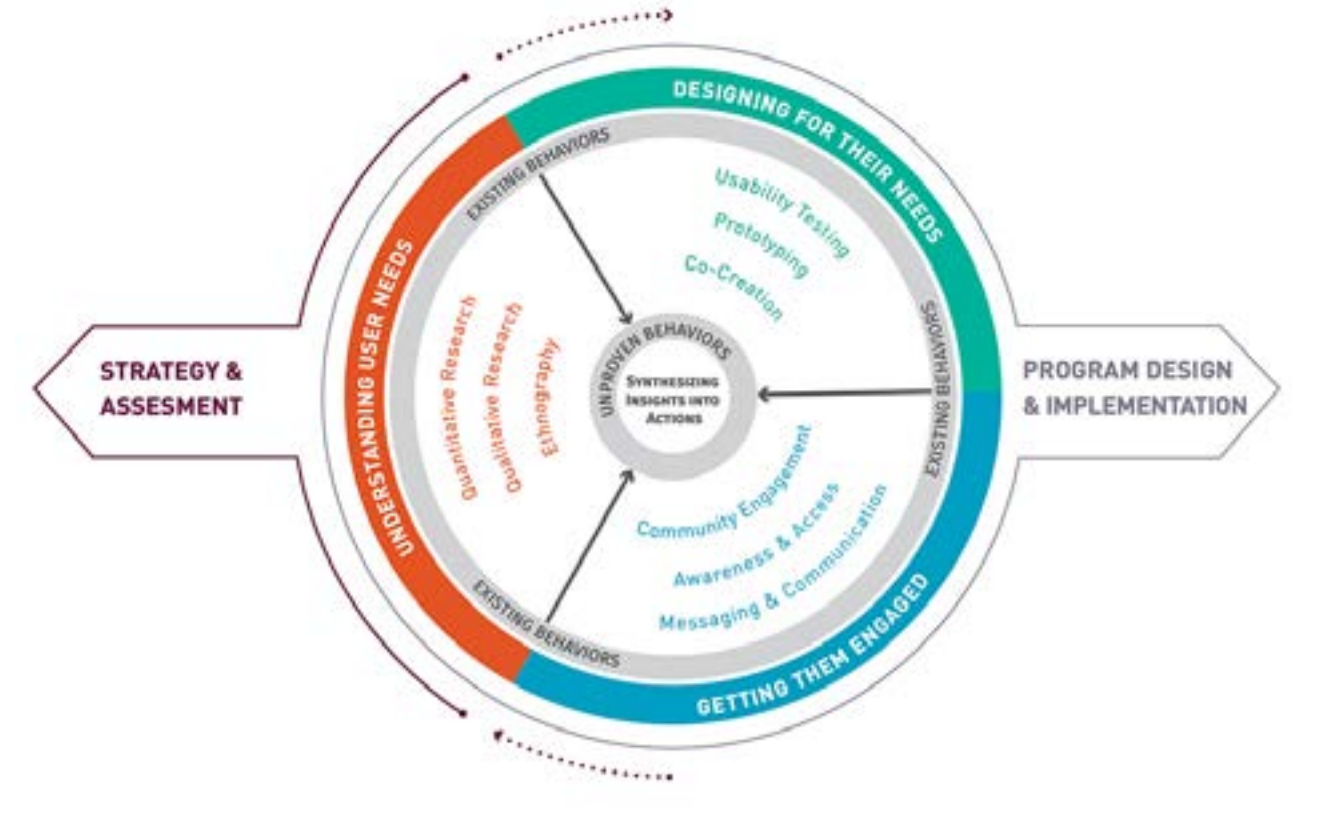


Figura 2.1:
Schema che rappresenta le fasi principali dello User Centered Design

2.2 Storia dello User Centered Design



Paul Fitts pubblica uno dei primi articoli che riguarda la disciplina dello **Human Factors**. Dopo l'esperienza bellica, l'aviazione e l'industria militare avevano scoperto come gli errori umani fossero spesso causati, non da incompetenza degli lavoratori, ma da sistemi progettati male. Tutto ciò viene definito che la progettazione deve partire dai limiti delle persone.

1947



Douglas Engelbart pubblica *"Augmenting Human Intellect"* un manifesto che cerca di anticipare concetti oggi alla base della collaborazione uomo-computer. Engelbart sostiene che le tecnologie debbano "amplificare l'intelletto umano", frase che diventerà la base filosofica di tutto l'UCD.

1962

Christopher Wickens enuncia la teoria del "carico cognitivo", definendo che l'uomo ha a disposizione di forze mentali limitate e che la progettazione deve rispettarle

1979



Don Norman definisce per la prima volta il concetto di User-Centered Design come approccio strutturato basato su: **osservazione degli utenti, comprensione dei modelli mentali, prototipazione continua e valutazione iterativa.**

1986



Tim Brown "Change by Design" arriva a diffondere a livello mondiale del **Design Thinking**, che incorpora i principi UCD in un modello più ampio. La User Experience diventa una disciplina riconosciuta e richiesta dall'industria.

2009



La norma ISO 9241-210 sostituisce la ISO 13407 e diventa il riferimento internazionale. Stabilisce che il design deve essere **iterativo, collaborativo** e centrato su requisiti verificabili con utenti reali.

2010

1948

Le Corbusier pubblica **Le Modulor**, introducendo il principio dell'uomo come unità di misura del progetto. Questo approccio anticipa la centralità dell'essere umano nel design e pone le basi teoriche per lo sviluppo dell'ergonomia e dello User-Centered Design.



1959

Alphonse Chapanis descrive le basi dell'**ergonomia** applicata al design industriale. L'opera rappresenta per la prima volta, che ogni prodotto deve essere pensato, tenendo conto di regole fisiologiche e psicologiche.



1983

"The Psychology of Human-Computer Interaction" unisce la **psicologia cognitiva** e **ingegneria** del software. Il tomo propone modelli come il Model Human Processor, che rappresenta matematicamente tempi di percezione, azione e decisione dell'utente. È il tentativo iniziale di costruire un metodo scientifico per progettare interfacce e sistemi interattivi. Da qui nasce la disciplina HCI, che sarà la base dello UCD industriale.

1995

John Carroll formalizza l'uso degli **scenari** come parte integrante dello UCD. Tutto ciò permette di definire il contesto, prevedere interazioni reali e progettare flussi coerenti.



1999

Alan Cooper introduce le **"Personas"** come strumento centrale per lo UCD. Da qui in poi, progettare "per tutti" non è più accettabile: si progetta per utenti specifici. Tutto ciò viene inoltre confermato dalla nascita della ISO 13407, primo **standard** ufficiale dedicato al design centrato sull'utente.



2020

L'UCD entra nella fase multi modale: sistemi vocali, tattili, gestuali, olfattivi, AR/VR. Per quanto riguarda il settore automobilistico, normative SAE e linee guida UX ridefiniscono l'HMI per ridurre la distrazione, il carico cognitivo e migliorare la sicurezza. Il progettista UCD lavora su cockpit digitali, infotainment, **personalizzazione** tramite AI e sistemi **predittivi**.

2.3 Fasi di studio

Il principio delineato nello UCD definisce un approccio sia metodologico, l'obiettivo è di guidare per l'intero processo progettuale per una comprensione sistematica degli utenti, delle loro necessità e delle realtà in cui il sistema verrà effettivamente utilizzato. Per essere più specifico l'interazione qualitativa e l'efficacia del sistema non risultano unicamente dal rendimento, ma anche dalla riuscita del progetto, in generale di lavorare in maniera coerente con l'utente, il suo corpo, il cervello e l'esperienza.

Le fasi operative che distinguono lo UCD, definita dalla principale norma internazionale EN ISO 9241-210:2019, non sono una successione lineare, bensì un processo che varia a seconda di un'analisi, progettazione e valutazione si influenzano reciprocamente. Tuttavia, ogni fase è utile a ridurre a non avere l'incertezza progettuale con metodologie empiriche, verifiche progressive e un utilizzo continuativo dell'utente nel ciclo di sviluppo. Per quanto riguarda il mondo di progettazione dell'automobile, e nello specifico

per la definizione della plancia e dei sistemi legati al cockpit. Lo "UCD" ottiene un ruolo chiave in quanto permette di affrontare elementi critici quali la sicurezza, la leggibilità delle informazioni, la minimizzazione del carico cognitivo e l'ergonomia dell'interazione. Poiché il processo user-centered assicura che le decisioni progettuali siano fondate su evidenze, la progettazione finale sarà intuitiva e affidabile, ma soprattutto pensato adatto alle vere condizioni d'uso.



Figura 2.2:
Schema sequenziale delle fasi legate allo User centered Design

I. Comprendere e specificare il contesto d'uso

La prima iniziale del processo di User-Centered Design definisce attraverso un'analisi profonda, immersiva e attraverso una soluzione rigorosa del contesto d'uso, cioè di quell'insieme complesso di condizioni nelle quali gli utenti reali interagiranno con il sistema. La norma ISO 9241-210 definisce questo passaggio come "Understand and specify the context of use", ma attualmente nella letteratura contemporanea questa espressione ottiene un significato molto più ampio: capire il contesto non significa limitarsi a identificare chi utilizzerà il prodotto, bensì immergersi nei loro comportamenti, nei processi cognitivi, nelle motivazioni psicologiche, nelle strategie decisionali, nei limiti fisici e men-

tali, nelle dinamiche ambientali e nei vincoli tecnologici che influenzano ogni singolo gesto. È precisamente ciò che Gould e Lewis considerano il primo principio fondativo dell'UCD, ovvero l'attenzione precoce e sistematica agli utenti e ai compiti che essi svolgono. Questa fase richiede osservazioni contestuali, analisi etnografiche, interviste generative, studio delle abitudini d'uso, ricostruzione dei flussi di azione e identificazione delle criticità che emergono dalle condizioni reali dell'interazione. Norman sottolinea che l'azione dell'utente è sempre situata e che la progettazione non può prescindere dalle condizioni dinamiche del mondo reale, poiché l'esperienza d'uso non è mai astratta ma plasmata dal con-

testo percettivo, sociale e ambientale. Nel caso di un sistema complesso come la plancia di un veicolo, comprendere il contesto significa analizzare l'interazione durante la guida, valutare la postura del conducente, studiare il carico cognitivo richiesto dalle manovre, considerare i tempi di sguardo disponibili, osservare l'effetto delle vibrazioni e affrontare la complessità imposta dalle normative di sicurezza. Il risultato di questa fase è la costruzione di una base conoscitiva solida, verificabile e radicata nella realtà dell'utente, senza la quale nessuna fase successiva potrebbe essere scientificamente valida.

II. Definire i requisiti dell'utente e dell'interazione

La seconda fase è quella della definizione dei requisiti, descritta dalla ISO come "Specify user requirements". In questa fase il progetto assume una forma più analitica, perché le informazioni emerse dallo studio del contesto vengono trasformate in vincoli progettuali misurabili e verificabili. La letteratura di riferimento sottolinea che il requisito non è un'idea soggettiva del progettista, né una preferenza stilistica, ma una condizione necessaria che deriva direttamente dai bisogni, dai limiti e dagli obiettivi degli utenti. Rubin e Chisnell spiegano che ogni requisito deve poter essere testato, altrimenti non ha valore scientifico e non può essere utilizzato come riferimento nel processo di valutazione [26]. In questa fase il progettista costruisce un ponte metodologico tra

il mondo osservato e il mondo progettato: ciò che è emerso come criticità nel contesto diventa una condizione da soddisfare; ciò che è emerso come necessità degli utenti diventa un obiettivo misurabile; ciò che la normativa impone diventa un limite invalicabile. Nel settore automotive, la definizione dei requisiti implica integrare aspetti ergonomici, cognitivi, percettivi e normativi: distanze raggiungibili, visibilità degli elementi informativi, tempi massimi di distrazione visiva, mappatura corretta dei comandi, compatibilità con normative come UNECE R121 o ISO 15007. I requisiti diventano dunque la struttura portante dell'intero processo progettuale, perché definiscono ciò che il sistema deve garantire per essere considerato davvero centrato sull'utente.

Figura 2.3:
Frame della puntata Netflix
"Abstract The Art of Design"



III. Ideazione e sviluppo delle soluzioni progettuali

Nella terza fase avviene la trasformazione dei requisiti in soluzioni progettuali. La ISO la identifica come “Produce design solutions”, ma questa definizione sintetica nasconde la complessità e la ricchezza metodologica della fase di ideazione secondo la letteratura scientifica. Maguire, nel suo contributo sui metodi che supportano il design centrato sull'utente, spiega che questa fase non è un atto creativo isolato, bensì un processo di esplorazione guidata, nel quale il progettista genera, confronta e rielabora alter-

native. Il design, in questo senso, diventa un'attività di modellazione concettuale e cognitiva, nella quale il progettista costruisce percorsi d'interazione, architetture informative, gerarchie visive, flussi di navigazione, strategie di feedback, corrispondenze tra intenzioni e azioni. Norman sottolinea che la qualità di questa fase dipende dalla capacità di ridurre il divario tra ciò che l'utente desidera fare e ciò che il sistema gli permette di fare, e tra ciò che accade nel sistema e ciò che l'utente percepisce e comprende.

L'ideazione non si limita quindi a creare forme, interfacce o oggetti: produce sistemi di significato, mapping intuitivi, affordance comprensibili, logiche percettive coerenti. Nel caso della plancia di un veicolo, questa fase significa distribuire funzioni, progettare comandi fisici comprensibili, definire la struttura informativa dell'HMI, modellare interazioni multimodali tra tatto, vista e voce e garantire una coerenza sistemica tra elementi digitali e fisici.



Figura 2.4:
Horacio Pagani pone le basi per la progettazione di una Pagani

IV. Prototipazione



Figura 2.5:
Realizzazione del modello a scala reale della Porsche modello "Mission X"

La quarta fase è la prototipazione. Sebbene la ISO non la identifichi formalmente come fase autonoma, ma come parte della generazione delle soluzioni, nella letteratura UCD viene considerata un momento fondamentale e autonomo dell'intero processo, perché permette di trasformare concetti astratti in rappresentazioni tangibili, osservabili e misurabili. Rubin e Chisnell riconoscono al prototipo una funzione critica: esso

non serve soltanto a visualizzare un'idea, ma diventa uno strumento per interrogare il sistema, per rivelarne incoerenze, lacune, ambiguità, e per verificare come l'utente reagisce all'interazione. La prototipazione consente di simulare l'esperienza reale, anche prima che il prodotto esista, e permette al progettista di osservare direttamente come l'utente interpreta segnali, comandi, percorsi e feedback. Nel contesto della progettazione

di una plancia, la prototipazione assume una valenza ancora più rilevante, perché permette di valutare la manipolabilità dei comandi, la visibilità degli indicatori, la leggibilità dell'HMI in differenti condizioni luminose, la compatibilità con la postura di guida, la qualità del feedback tattile, la percezione visiva della profondità e la reazione dell'utente in condizioni dinamiche.

V. Valutazione con gli utenti

La quinta fase, dedicata alla valutazione con gli utenti, rappresenta il momento più empirico, scientifico e verificabile dell'intero processo. La ISO definisce questa fase come "Evaluate the design against requirements" e chiarisce che nessun sistema può essere considerato centrato sull'utente se non è stato testato con utenti reali in condizioni rappresentative dell'uso previsto. Gould e Lewis sottolineano che il feedback empirico è la condizione indispensabile per garantire l'efficacia del design [3]. La valutazione non è un giudizio estetico, né un confronto soggettivo, ma un processo basato sulla raccolta di dati osservabili, misurabili e riproducibili, attraverso test d'uso, osservazioni con-

trollate, metriche prestazionali, misure del carico cognitivo, analisi degli errori, eye-tracking e valutazioni qualitative. Nel settore automobilistico, la valutazione assume un ruolo ancora più critico, perché riguarda la sicurezza dell'utente e dei passeggeri. La misurazione dei tempi di distoglimento dello sguardo dalla strada, la valutazione della chiarezza dei segnali visivi, la comprensibilità dei comandi, la risposta dell'utente in condizioni dinamiche, la coerenza tra aspettative cognitive e comportamento del sistema: tutti questi aspetti diventano elementi scientifici che determinano la qualità e la sicurezza del prodotto.

VI. Interazione continua



Infine, la sesta fase è l'iterazione continua, che rappresenta la dimensione ciclica e sistemica dell'UCD. La ISO afferma esplicitamente che l'intero processo è intrinsecamente iterativo [1]. Norman osserva che il buon design nasce sempre da revisioni successive, correzioni e cicli ripetuti di verifica ed errore [2]. L'iterazione non è una fase conclusiva, ma un principio metodologico: ogni valutazione produce nuovi dati, e questi dati richiedono modifiche; ogni modifica genera nuovi prototipi, e ogni prototipo deve essere nuovamente valutato. Il processo non procede in li-

nea retta, ma evolve attraverso cicli successivi che avvicinano progressivamente il sistema alle reali esigenze dell'utente. Nell'automotive questo principio è particolarmente evidente: una soluzione può sembrare efficace in fase di ideazione, risultare promettente nel prototipo, apparire chiara nella simulazione statica, ma rivelare criticità in condizioni dinamiche. Solo l'iterazione, quindi, permette di eliminare errori, raffinare la logica dell'interazione e garantire un'esperienza coerente, sicura e intuitiva anche in condizioni di uso reale.

Figura 2.6:
Confronto tra addetto McLaren e cliente per la McLaren modello "W1"

2.4 Vantaggi e svantaggi

Lo User-Centered Design è un approccio efficace perché consente di sviluppare sistemi realmente coerenti con bisogni, limiti e modelli mentali degli utenti. La ISO 9241-210 evidenzia come l'integrazione continua di ricerca e valutazione generi soluzioni più sicure, usabili e aderenti al contesto reale. Abras, Maloney-Krichmar e Preece definiscono l'UCD una filosofia progettuale basata su dati empirici che riducono l'incertezza. Tra i principali vantaggi vi è la riduzione del rischio progettuale: Nielsen dimostra che correggere errori nelle prime fasi è fino a cento volte meno costoso. Inoltre, interfacce basate sull'UCD risultano più intuitive, come evidenziato da Shneiderman e Plaisant, mentre Norman sottolinea la necessità di allineare il modello concettuale del sistema con quello mentale dell'utente. In ambito automotive, normative come ISO 15008 e ISO 4513 confermano che centralità dell'utente e sicurezza sono strettamente connesse, e studi come quelli di Tullis e Albert mostrano riduzioni significative degli errori e dei tempi di ricerca visiva. Parallelamente, l'UCD presenta limiti importanti. Baxter, Courage e Caine segna-

lano l'elevato investimento richiesto per ricerca, osservazioni e test iterativi, difficili da integrare in processi rapidi o con budget contenuti, e la ISO 9241-210 riconosce che l'assenza di competenze adeguate ne complica l'applicazione. Le ricerche sugli utenti sono inoltre parziali: Preece, Rogers e Sharp ricordano la variabilità del comportamento umano, mentre Norman evidenzia la distanza tra ciò che gli utenti dichiarano e ciò che fanno. L'approccio può anche limitare l'innovazione, poiché gli utenti tendono a suggerire soluzioni basate sull'esperienza pregressa, come osservano Nielsen e Molich, mentre Cooper avverte il rischio di esiti troppo incrementalisti. Infine, l'UCD richiede un forte coordinamento: ogni iterazione comporta costi e tempi aggiuntivi, come mostrano Sauro e Lewis, e senza una governance chiara le iterazioni possono moltiplicarsi inutilmente. Nel settore automotive i vincoli normativi, ad esempio UNECE R121 rendono il processo ancora più complesso, e Sutcliffe ricorda che soluzioni ottimali per l'utente possono risultare impraticabili se non integrate con vincoli tecnici e industriali.

Figura 2.7:
Elenco schematico dei punti di forza e debolezza dello User Centered

VANTAGGI DELLO USER-CENTERED DESIGN

- Comprensione profonda di utenti, contesto e modelli mentali.
- Riduzione dell'incertezza progettuale grazie ai dati empirici.
- Interfacce più intuitive e leggibili.
- Riduzione dello sforzo cognitivo, migliore percezione del controllo.
- Coerenza tra modello concettuale del sistema e modello mentale dell'utente.
- Minore probabilità di errori strutturali nelle fasi tardive.
- Costi di correzione drasticamente inferiori rispetto ai cicli finali.
- Conformità alle normative ergonomiche e visive (ISO 15008, ISO 4513).
- Riduzione degli errori di manipolazione e dei tempi di ricerca visiva.
- Impatto diretto sulla prevenzione degli incidenti.
- Insight mirati che orientano scelte più consapevoli.
- Individuazione di problemi latenti non visibili al progettista.

SVANTAGGI DELLO USER-CENTERED DESIGN

- Richiede ricerca estesa, osservazioni sul campo e test iterativi.
- Necessità di team specializzati, laboratori e tempi lunghi.
- Comportamento umano variabile e non completamente osservabile.
- Discrepanza frequente tra ciò che gli utenti dichiarano e ciò che fanno.
- Campioni limitati e influenzati dal contesto.
- Gli utenti tendono a proporre soluzioni basate su esperienze passate.
- Possibile deriva verso miglioramenti incrementali anziché innovazioni radicali.
- Eccesso di dipendenza dai feedback.
- Ogni ciclo richiede coordinamento, analisi e revisione.
- In assenza di governance chiara, rischio di iterazioni infinite.
- Nel settore automotive le verifiche normative (es. UNECE R121) aumentano tempi e costi.
- Soluzioni ottimali per l'utente possono essere impraticabili tecnicamente.
- Possibili conflitti con costi, sostenibilità, strategia aziendale e tempi di produzione.

3.1 Macro parametri di riferimento

La costruzione di un'enciclopedia progettuale dedicata alla plancia automobilistica richiede un quadro teorico solido e una chiara definizione dei criteri che guidano ogni scelta di design. La plancia, per sua natura, è un sistema complesso in cui convergono aspetti fisici, digitali, percettivi, cognitivi ed emozionali. Per questo motivo, la tua tesi si articola attorno a quattro parametri fondamentali: sicurezza, ergonomia, funzionalità ed espressività, che non rappresentano semplici categorie tematiche, ma veri e propri assi strutturali attraverso cui interpretare, comprendere e progettare ogni componente, dai comandi fisici alle interfacce digitali, dai materiali alla distribuzione spaziale, dai sistemi HMI ai dispositivi integrati.

3.1.2 Capitolo sicurezza

Il primo parametro, la sicurezza, costituisce il fondamento imprescindibile di qualsiasi sistema rivolto alla guida. In un ambiente dinamico e potenzialmente pericoloso come l'abitacolo di un veicolo in movimento, ogni scelta progettuale deve contribuire a ridurre il rischio di errore umano, minimizzare il carico cognitivo superfluo e garantire la leggibilità, l'accessibilità e la coerenza dei comandi in condizioni variabili. La sicurezza non è un valore isolato, ma il risultato di un equilibrio complesso che coinvolge percezione, tempi di reazione, distanze raggiungibili, attenzione selettiva e stabilità dell'interazione. La tesi assume questo parametro come primo livello interpretativo perché riconosce che la plancia non è un semplice supporto funzionale, ma un'interfaccia critica che dialoga direttamente con l'incolumità del conducente e dei passeggeri.

3.1.3 Capitolo ergonomia

Il secondo parametro, l'ergonomia, rappresenta la dimensione umana del progetto. La plancia non può essere compresa senza un'analisi attenta delle posture, dei movimenti, delle capacità percettive, delle limitazioni fisiche e delle norme antropometriche che caratterizzano gli utenti. L'ergonomia permette di valutare ogni componente secondo la sua compatibilità con il corpo umano e con i processi cognitivi: dalle distanze raggiungibili senza generare fatica muscolare ai movimenti oculari necessari per leggere un display, dalla forza di attuazione dei comandi alla comprensibilità dei segnali visivi e tattili. Questo parametro permette alla tesi di trattare la plancia come un dispositivo realmente "centrato sulla persona", capace di rispettare la fisiologia e la psicologia dell'utente, riducendo gli impedimenti e favorendo un'interazione naturale, fluida e intuitiva.

3.1.4 Capitolo funzionalità

Il terzo parametro, la funzionalità, riguarda la dimensione operativa del sistema: ciò che la plancia deve fare e come deve farlo. In un contesto progettuale complesso come quello automotive, la plancia è un luogo in cui si concentra una grande varietà di funzioni dalla gestione dell'infotainment al controllo del climatizzatore, dalla navigazione alla sicurezza attiva, dalla comunicazione digitale alla personalizzazione dell'esperienza. Affrontare la funzionalità significa quindi analizzare il rapporto tra necessità operative, logiche di fruizione, priorità tra le informazioni, struttura dell'interazione e disposizione dei comandi. Questo parametro consente alla tesi di delineare le gerarchie informative, le modalità d'uso, la coerenza tra input e output, la semplificazione dei compiti e la riduzione delle ambiguità, costruendo un quadro progettuale che integra coerentemente fisico, digitale e percettivo.

3.1.5 Capitolo espressività

Infine, il quarto parametro, l'espressività, permette di valorizzare la dimensione comunicativa ed estetica della plancia, riconoscendo che il design non è soltanto funzionalità, ma anche identità, linguaggio e percezione emotiva. L'espressività non riguarda soltanto la forma o la scelta dei materiali, ma la capacità della plancia di raccontare un'intenzione progettuale, di definire il carattere del veicolo, di creare coerenza tra tecnologia e sensazione, di esprimere il valore del brand e di dare forma a un'esperienza personale. L'espressività consente di osservare ogni componente non solo come un elemento tecnico, ma come un artefatto culturale che comunica significati attraverso texture, illuminazione, transizioni dell'HMI, colori, suoni e qualità percettiva. Questo parametro arricchisce la tesi perché introduce la dimensione simbolica e narrativa del design, evitando una lettura puramente ingegneristica o funzionalista della plancia.

Volante

3.2.2 Definizione

Il volante, denominato anche sterzo, è uno dei componenti più importanti della plancia, grazie alla sua presenza permette di avere un contatto diretto tra l'uomo e l'auto, permettendo quindi di avere il controllo sul mezzo. In aggiunta, essendoci anche una serie di comandi sulle razze del volante rende possibile, di gestire diversi comandi o funzioni della vettura, senza che questo debba staccare le mani dalla posizione di guida.

Dal punto di vista progettuale, il volante rappresenta la sintesi di diversi fattori: il primo è quello del comfort, derivante dalla forma, dall'impugnatura e dalla scelta dei materiali, dove quest'ultimi devono rispondere sia a requisiti di sicurezza sia a livello di esigenze espressive definite dall'azienda e dall'utente. Il secondo fattore, quello cognitivo e sensoriale, spesso è aiutato da tecnologie avanzate, capaci di interpretare il comportamento del conducente e andare in contro alle sue necessità, con l'obiettivo di rendere l'esperienza di guida più sicura e reattiva in ogni condizione. Infine, come terzo e ulti-

mo aspetto, abbiamo la sicurezza: il volante può venire recepito come un elemento che non presenta una complessità specifica rispetto, ad esempio, agli altri componenti della plancia. Invece anche questo deve rispondere a diverse normative, che ne regolano la progettazione e l'omologazione, e che hanno a che fare con il materiale, la posizione e dimensionamento dell'airbag, la forma della corona esterna e delle razze che influiscono anche sulla presa di guida. Nel corso del tempo, per via del suo legame con la tecnologia e lo sviluppo, il volante ha cambiato notevolmente il suo significato, pur ovviamente mantenendo la sua funzione principale, acquisendo anche un ruolo più attivo nel mondo del comfort ma soprattutto della sicurezza. Infatti, lo sterzo nei veicoli storici veniva studiato in maniera molto semplice, facendo leva solamente alla sua forma prettamente circolare con diverse sfumature di progetto.

Negli anni '90, il componente, attraverso nuove normative legate alla sicurezza, subisce un'evoluzione in tutto il mercato

globale, venendo implementato un elemento di sicurezza come l'airbag, per poi essere modificato a livello di forma, sulla base di studi legati all'impugnatura e all'ergonomia, rendendolo sempre più protagonista anche a livello di comunicazione..

Nel futuro prossimo,, con l'arrivo della guida autonoma, il volante potrebbe perdere completamente il suo ruolo, rendendo così il guidatore da elemento attivo passivo, aprendo interrogativi fondamentali sul futuro della progettazione degli interni.

Figura 3.2
Fotografia del volante della Ferrari modello "250 GTO"



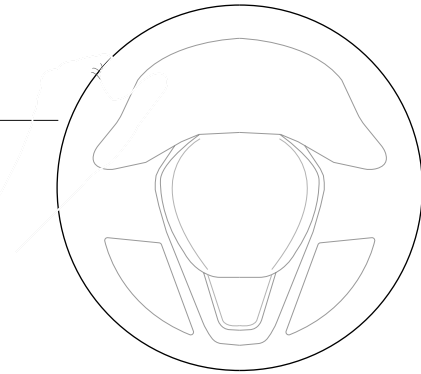
Figura 3.3
Fotografia del volante della Aston Martin modello "Valkyrie"



Forma circolare

Dettagli progettuali

La geometria dell'impugnatura può variare in termini di spessore e profilo, con zone leggermente maggiorate nelle aree laterali, generalmente corrispondenti alle posizioni di presa principali.



Il volante circolare è caratterizzato da una corona chiusa a sviluppo continuo, con andamento anulare regolare e assenza di interruzioni geometriche lungo l'intero perimetro. La forma mantiene una simmetria assiale, con un diametro costante e una sezione della corona generalmente arrotondata o leggermente ellittica.

Figura 3.4
Rappresentazione schematica del volante a forma circolare

Descrizione:

La forma rotonda, come architettura del volante, è la primo sistema che nasce. Dopodichè dal punto di vista cognitivo viene incontro a tutti quei fattori, che sono legati alla percezione dello spazio, soprattutto attraverso la simmetria dell'elemento. Quest'aspetto ha aiutato notevolmente anche l'aspetto comunicativo, non solo del volante ma anche completamente di tutto il mondo dell'automobile, per via della sua forma semplice e simmetrica. Dal punto di vista storico è la prima forma che nasce, e anche se per determinati aspetti può essere considerata obsoleta, la sua proposta nei progetti è ancora molto forte, proprio per la sua semplicità nelle forme.

Funzionalità:

Le funzionalità della forma rotonda sono strettamente legate alla sua architettura. Attraverso la sua forma permette una rotazione del componente completa a 360° e in maniera continua, per permettere al guidatore di alle problematiche che si legano allo sforzo di guida, che in questo caso è il minimo possibile. Un altro aspetto è legato all'orientamento, grazie alla sua architettura, aiuta il guidatore a capire al meglio l'orientamento dei pneumatici. Infine la forma rotonda permette un il raggiungimento dei sistemi di comando in maniera più semplificata possibile.

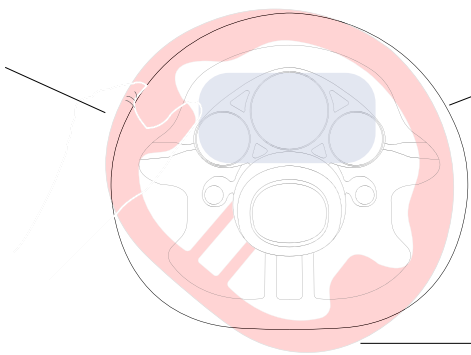


Figura 3.5; Figura 3.6; Figura 3.7; Figura 3.8
Fotografie del volante della Porsche modello "911 GTRS"

Mozzo fisso

Dettagli progettuali

L'impugnatura del volante è progettata per garantire una presa stabile e continua, con sezioni differenziate che migliorano il controllo manuale e riducono l'affaticamento durante la guida, in particolare in configurazioni di assetto basso e guida sportiva.



Il quadro degli strumenti rimane fisso anche quando tutta la corona viene completamente ribaltata

La forma D-shaped del volante è progettata per favorire un assetto di guida basso, aumentando lo spazio per le gambe e migliorando l'accessibilità nella zona inferiore dell'abitacolo.

Figura 3.9
Rappresentazione schematica del volante a mozzo fisso

Descrizione:

Il volante a mozzo fisso per definizione, la parte centrale del componente a differenza di un volante classico, rimane bloccato, e si muove solamente la corona esterna, per permettere manovre opportune. La sua nascita come molti componenti nasce nel motor sport, per poi venir ripreso nei veicoli ad uso personale. I primi modelli nascono anche se in via prototipale non attraverso un progetto effettivo, vengono dalla casa automobilistica giapponese Nissan. Invece in Europa la Citroen, marchio francese, ha portato per la prima volta questa tecnologia nel modello "C4 Picasso". Nei giorni nostri la tecnologia viene applicata anche nelle Hypercar, come nella Bugatti modello "Tourbillon"

Funzionalità:

In ambito della funzionalità il componente presentato, con questo sistema, viene in contro a tutti gli aspetti ergonomici e antropologici, permettendo un controllo maggioritario rispetto ai comandi, come la pulsantiera, presenti sul volante e tutto ciò riduce notevolmente i movimenti di polso. Da un punto di vista progettuale, il sistema può essere visto attraverso un miglioramento tecnologico, con un'integrazione di un elemento touch screen, dove possa aiutare il guidatore nell'attivazione dei comandi.

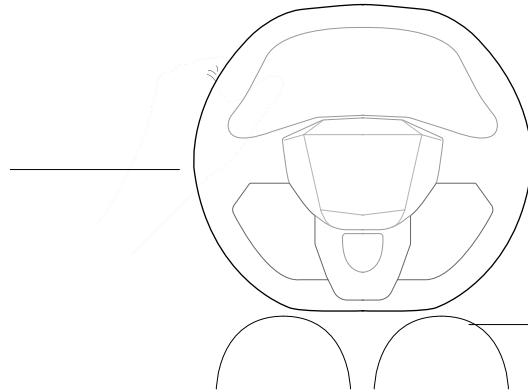


Figura 3.10; Figura 3.11; Figura 3.12; Figura 3.13
Fotografie del volante della Bugatti modello "Tourbillon"

Forma esagonale

Dettagli progettuali

L'impugnatura del volante esagonale è caratterizzata da superfici segmentate e spigoli smussati che guidano naturalmente il posizionamento delle mani.



L'assenza dell'arco inferiore circolare riduce l'ingombro nella zona delle gambe, migliorando l'accessibilità e il comfort, soprattutto in fase di ingresso e uscita dal veicolo.

Figura 3.14
Rappresentazione schematica del volante a forma esagonale

Descrizione:

Il sistema di funzionamento del componente non varia rispetto a quello tradizionale. La sua struttura, si presenta in diverse prospettive: o simmetrico e regolare, oppure con lati più lunghi e altri più corti. La componente comunicativa associata alla forma volante, nasce come espressione di differenziazione simbolica e tecnologica: viene adottato nei veicoli sportivi o modelli elettrici, dove diventa un segno identitario forte. Inoltre comunica precisione, forza e innovazione, richiamando nella forma geometrica il mondo della digitalizzazione, della meccanica avanzata e della performance.

Funzionalità:

Il volante esagonale, pur mantenendo le funzioni fondamentali di sterzo, introduce una serie di caratteristiche funzionali specifiche. Tra queste, la più evidente è la modifica dell'impugnatura, che risulta più stabile nelle posizioni laterali grazie ai lati rettilinei. Questo favorisce una presa decisa e precisa, particolarmente apprezzata in contesti sportivi o in condizioni di guida dinamica.

Un'altra funzionalità è legata alla visibilità della strumentazione: la parte superiore appiattita dell'esagono consente una maggiore apertura visiva verso il quadro strumenti o display digitali, migliorando l'esperienza di guida soprattutto nei veicoli dotati di interfacce HMI avanzate

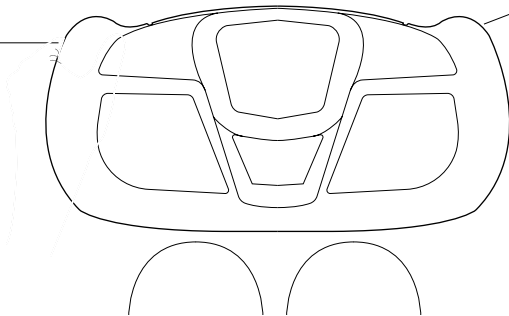


Figura 3.15; Figura 3.16; Figura 3.17; Figura 3.18
Fotografie del volante dell'Audi modello "RS7"

Forma di Yoke

Dettagli progettuali

L'impugnatura dello yoke è sviluppata principalmente nelle zone laterali, con sezioni sagomate e ad alto grip che favoriscono una presa stabile a due mani.



L'impugnatura a cloche concentra la presa in un elemento verticale o semi-verticale, progettato per un controllo diretto e intuitivo. La riduzione dell'ingombro frontale e inferiore libera lo spazio per le gambe e migliora l'accessibilità all'abitacolo.

Figura 3.19
Rappresentazione schematica del volante a forma yoke

Descrizione:

Il volante di tipo "yoke" introdotto da Tesla rappresenta una significativa deviazione dal tradizionale schema circolare impiegato nei veicoli stradali. Caratterizzato da una forma rettangolare e priva della sezione superiore, lo yoke mira a ottimizzare la visibilità del quadro strumenti e dei display centrali, riducendo le occlusioni dovute alla presenza del volante stesso. Dal punto di vista progettuale, lo yoke integra comandi multifunzione direttamente sulle leve laterali e sulle superfici tattili, riducendo la necessità di interagire con pulsanti esterni o touch screen per funzioni di base quali indicatori di direzione, gestione dei tergicristalli e cruise control.

Funzionalità:

Oltre alla forma innovativa, lo yoke presenta una serie di funzionalità progettate per integrare il controllo del veicolo con l'interfaccia digitale. Tale configurazione mira a creare un'interazione più diretta e intuitiva con il sistema HMI del veicolo, riducendo il carico cognitivo durante la guida. Questa tipologia di volante, pur mantenendo un ingombro ridotto, supporta una rotazione limitata rispetto a un volante tradizionale, soluzione che se da un lato ottimizza lo spazio e la visibilità, dall'altro richiede una curva di apprendimento specifica, soprattutto in manovre strette o di emergenza.

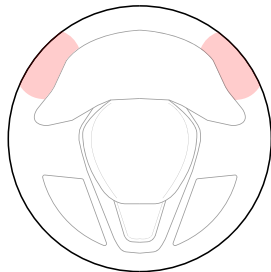


Figura 3.20; Figura 3.21; Figura 3.22
Fotografie del volante della Tesla modello "Model X"

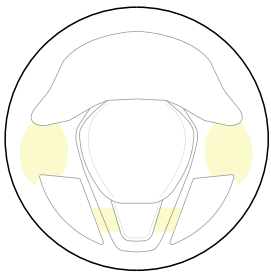
3.2.3 Architettura del componente

Il volante rappresenta un sistema complesso, suddiviso in più aree di studio che coinvolgono l'ergonomia fisica, l'ergonomia cognitiva (nelle componenti di interfaccia). Analizzando l'architettura del componente abbiamo come primo elemento l'impugnatura.

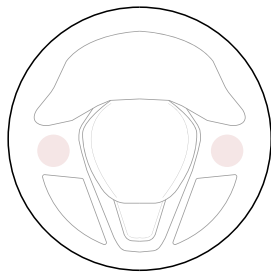
Figura 3.23; Figura 3.24
Dettagli schematici che compongono il volante



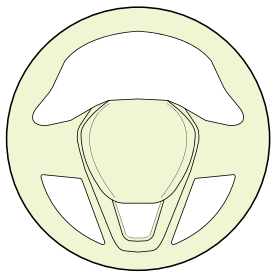
Impugnatura



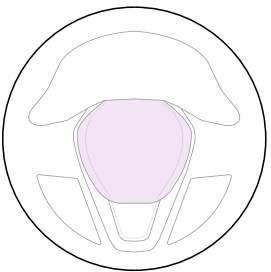
Raggi



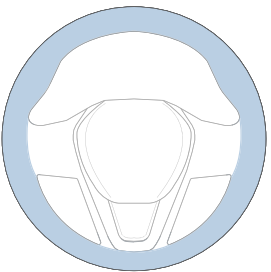
Pulsantiera



Materiale



Corpo centrale



Corona

Evidenziato in rosso, parte esterna del volante, di solito si presenta con un aumento del volume dell'area circolare della corona, rivolto come suggerimento verso il guidatore su dove posizionare le mani e in particolare i pollici. Anche se generalmente vediamo l'impugnatura presente nella zona superiore del volante dove nel gergo comune si dice alle "10 e 12", facendo riferimento alle lancette di un orologio, le normative presentate dalla ISO 7250, consigliano ai nuovi modelli di volante un'impugnatura a "9 e 15" perché permettono un maggior controllo nelle manovre. Dal punto di vista della progettazione, invece, l'impugnatura deve rispondere a diverse normati-

ve: come la ISO 11492 dove intende che i materiali devono avere un buon grip e siano antiscivolo, e la UN/ECE R21 invece definisce l'assenza di sporgenze o spigoli vivi in caso di urto da parte del guidatore. Passando all'elemento successivo troviamo i raggi del volante, evidenziate in giallo nello schema. Storicamente parlando sono sempre state un aspetto dove molti designer hanno proposto soluzioni alternative, ma alla fine si è sempre optato per una soluzione a 3 o 4 razze, e il motivo è legato principalmente a problemi di rigidità strutturale e rigidità meccanica, oltre che problematiche nel posizionamento dell'airbag all'interno

del componente.

Il terzo elemento è quello dei comandi al volante, dove per definizione vengono considerati elementi di input, che permettono di arrivare a comandi specifici che, seguendo le buone norme dell'ergonomia, dovrebbero essere sempre raggiungibili senza togliere le mani dal volante. Le tipologie di comandi sono numerose e seguono la tecnologia applicata e possono essere: fisici, touch capacitivi e infine a scroll. A livello di normative, tra le più rilevanti troviamo la ISO 2575 e la UN/ECE R121, che stabiliscono i simboli e i criteri per l'identificazione

chiara dei comandi, riducendo il rischio di errore e migliorando l'usabilità da parte del guidatore. La ISO 15008 invece definisce invece i requisiti di leggibilità per gli elementi visivi associati ai comandi, soprattutto quando questi interagiscono con display digitali. Per l'aspetto ergonomico invece, la UNI EN ISO 9241-210 ricerca soluzioni centrate sull'utente, assicurando accessibilità e comfort. In ambito elettronico, la ISO 26262 garantisce che i comandi integrati rispondano ai requisiti di sicurezza funzionale e infine

la UN/ECE R10 regola la compatibilità elettromagnetica dei circuiti, prevenendo interferenze con altri sistemi del veicolo. A livello di forma, il volante non è determinato solo da scelte di design o funzionali, ma come ogni elemento visto fino ad ora anche una parte di regolamentazione che, nel caso specifico, determinano che lo sterzo sia adatto a un uso prolungato, accessibile alla maggior parte delle persone e conforme ai requisiti di sicurezza dei veicoli. La normati-

va UN/ECE R21 stabilisce i dettagli, per le sporgenze interne, comprese quelle del volante, per ridurre i rischi in caso di collisione, oltre che la posizione e l'installazione dell'airbag. Per finire,, dal punto dell'ingombro completo, vengono applicate le norme ISO 7250 e ISO 3958 che specificano misure antropometriche, basate sulle dimensioni del corpo umano per garantire che il sistema di comando, si adatti a una popolazione di utenti diversificata.

3.3.4 Futur trend

Volkswagen ID Life

Forma e Geometria

Il volante presenta una configurazione mono-razza con struttura aperta. Il profilo è estremamente piatto, ispirato ai volanti da competizione, con un taglio superiore orizzontale e una base leggermente arrotondata ma comunque molto bassa. La geometria è angolare e architettonica, più simile a una barra di comando che a un volante tradizionale. L'impugnatura è posizionata esclusivamente alle ore 9 e alle ore 3, con una curvatura studiata per le mani. L'angolo di montaggio è molto inclinato, quasi orizzontale, fissato a un monopode centrale sottile che ne accentua il carattere futuristico.

Struttura e materiali costruttivi

La struttura portante è realizzata in legno massello naturale lavorato, probabilmente noce o faggio certificato FSC. Il legno non è un inserto ma l'elemento strutturale principale, visibile in tutta la sua essenza. Lo spessore della struttura in legno varia da 25 mm nelle parti più sottili a 40 mm nelle zone di presa. Le impugnature sono rivestite con ArtVelours, un tessuto tecnico spesso 8 mm composto al 100% da filato di poliestere ricavato da bottiglie PET riciclate. La superficie del tessuto presenta una trama a maglia fine con morbidezza simile al velluto. L'assemblaggio è completamente senza viti visibili, con giunzioni a incastro tra legno e tessuto.

Figura 3.25
Fotografia del volante della
Volkswagen modello "ID Life"



Funzionamento

Il volante è montato su una colonna di guida a monopode, con un unico punto di fissaggio centrale di 50 mm di diametro. Il sistema di regolazione è elettrico a 4 vie (altezza, profondità, inclinazione), controllato dall'interfaccia touch dello schermo principale. Il rapporto di sterzo è variabile elettronicamente, con angolo massimo di rotazione di 180 gradi per lato. Il volante è privo di airbag integrato - la sicurezza è affidata a un airbag centrale a cortina che si estende dall'elemento superiore del cruscotto.

Interfaccia

Non sono presenti elementi d'interfaccia fisica: zero pulsanti, zero levette, tasti. La superficie è completamente liscia e ininterrotta. Le funzioni normalmente associate al volante sono ridistribuite:

Indicatori di direzione: attivati da sensori di pressione nelle impugnature (premere in avanti per indicatore destro, indietro per sinistro)

Clacson: area capacitiva centrale sul legno (tocco con il palmo)

Controllo cruise: gestito tramite interfaccia touch dello schermo principale

Controlli audio: comando vocale o controlli sullo smartphone personale

Cambio marce (P-R-N-D): selezionato esclusivamente dall'interfaccia touch del display centrale

Clima e Profumazione

3.3.2 Definizione

La ventilazione e la climatizzazione all'interno di un abitacolo è la componentistica che viene principalmente in contro al benessere di una persona. Il sistema varia in base alla tecnologia integrata rispetto alla plancia, partendo dai semplici bocchettoni dell'aria per poi arrivare a sistemi di climatizzazione che risultano "invisibili" rispetto all'ecosistema complessiva della plancia. Per descrivere in maniera sempre più articolata e completa la componentistica in questione, bisogna dare una definizione alla parola ventilazione. Secondo l'enciclopedia Treccani la definizione del termine è: "Movimento d'aria prodotto

dallo spirare del vento, all'aperto o in luoghi chiusi; esposizione all'azione del vento". L'importanza del sistema di ventilazione è uno dei più importanti che ci sia non solo per una questione legata alla progettazione dell'architettura, ma bensì legata alla salute degli utenti, essendo che sono presenti delle normative regolate dall'UNECE, dove definiscono in maniera precisa quali siano le siano i requisiti, per l'utilizzo. Inoltre, la sicurezza non verte soltanto sulla qualità dell'aria ma anche legata all'appannaggio dei vetri, e di conseguenza le problematiche legate alla sicurezza.

Figura 3.26
Immagine evocativa della profumazione



3.3.3 Design olfattivo: l'influenza degli odori



Figura 3.27
Immagine evocativa della fragranze diverse

Figura 3.28
Schema concettuale delle fragranze con le note olfattive, le situazioni di applicazione e i benefici

Con l'avvento della tecnologia e con il supporto di studi legati al campo della psicologia, e la tecnologia il sistema di ventilazione diventa un elemento proattivo per la sicurezza e l'interazione che si ha soprattutto per il guidatore. Nel libro di riferimento scritto dalla professoressa Buiatti. (2016). Forma Mentis. Neuroergonomia sensoriale applicata alla progettazione: Neuroergonomia sensoriale applicata alla progettazione. Franco Angeli. Viene descritto di come gli odori, siano efficaci per evocare delle sazioni, viene, fortemente investita dalle case automobilistiche, dove progettato queste soluzioni per veicoli di alta gamma, un esempio può essere la Mercedes-Benz. La stella a tre punte di

Stoccarda ha sviluppato un sistema di aereazione dove supportato da un illuminazione per tutto l'abitacolo, rilascia determinate fragranze specifiche che funzionano per il cervello. per veicoli di alta gamma, un esempio può essere la Mercedes-Benz. La stella a tre punte di Stoccarda ha sviluppato un sistema di aerazione dove supportato da un illuminazione per tutto l'abitacolo, rilascia determinate fragranze specifiche che funzionano per il cervello, ad esempio nel obiettivo di cercare di non far addormentare il guidatore durante la guida. Per questa tematica è presente uno studio fatto in Svezia intitolato: "In-vehicle fragrance administration as a countermeasure for driver fatigue", dove i ricer-

catori sono: Anna Sjörs Dahlman, Mikael Ljung Aust, Yaniv Mama, Dan Hasson, Anna Anund attraverso una grande cooperazione guidata dalla Swedish National Road and Transport Research Institute (VTI). Il risultato di questa ricerca facendo di riferimento agli esperimenti che sono stati svolti, si è arrivata alla conclusione che le fregranze per quanto possano essere utili non sono completamente efficaci nel lungo tratto, per salvarle il guidatore dalla sonnolenza. Ma se viene supportato dalle tecnologie sensoriali e anche ora dall'IA, può diventare uno strumento molto efficace per portare gli incidenti per attacchi di sonno quasi ad una soglia pari a zero.

Tipologia di profumo	Note olfattive	Situazione	Benefici
Rilassante	Lavanda, camomilla, sandalo	Traffico urbano, lunghi viaggi	Riduzione stress, calma mentale, comfort
Energizzante	Agrumi, menta, limone	Guida notturna, stanchezza	Aumento attenzione, reattività
Concentrazione	Rosmarino, basilico, eucalipto	Autostrada guide prolungate	Migliora focus cognitivo
Antistress	Ambra, legni caldi, muschio	Situazioni legati al comfort di guida	Comfort emozionale
Purificazione	Tè verde, pino, eucalipto	Ambienti urbani inquinati	Sensazione di aria pulita

3.3.4 Il sistema HVAC

Il sistema HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning) nell'automobile moderna rappresenta un'evoluzione tecnologica che trasforma un dispositivo di semplice climatizzazione in un complesso sistema integrato, essenziale per il comfort, la sicurezza e il benessere all'interno dell'abitacolo. Nato come semplice meccanismo di riscaldamento sfruttando il calore residuo del motore a combustione, si è progressivamente arricchito di funzioni di raffreddamento, ventilazione e, in tempi recenti, di purificazione e qualificazione attiva dell'aria.

La sua architettura combina circuiti dell'aria, del refrigerante e del liquido di raffreddamento, gestiti da un'unità di controllo elettronico che elabora dati da una rete di sensori. Questi monitorano parametri come temperatura interna ed esterna, umidità, qualità dell'aria e irradiazione solare, attivando in risposta attuatori di precisione. Questo non è più una semplice barriera meccanica, ma un sistema composito che include prefiltri, strati elet-

trostatici per il particolato fine e uno spesso strato di carboni attivi per adsorbire gas nocivi come NOx e ozono. In questa fase, alcuni sistemi premium integrano anche profumazione attiva, trasformando l'HVAC in uno strumento di qualificazione olfattiva dell'ambiente.

La sfida energetica, specialmente nei veicoli elettrici, ha spinto l'innovazione verso soluzioni come le pompe di calore reversibili, che offrono un'efficienza superiore alle resistenze elettriche tradizionali, e strategie come il preconditionamento dell'abitacolo durante la ricarica.

Il futuro del sistema HVAC si dirige verso una gestione sempre più intelligente e personalizzata. L'integrazione con l'intelligenza artificiale e con dati biometrici, di posizione (GPS) e contestuali permetterà di anticipare le esigenze climatiche degli occupanti, regolando proattivamente i parametri microclimatici. Questa evoluzione trasforma l'HVAC da componente reattivo a sistema predittivo e adattivo.



Figura 3.29
Rappresentazione assonometrica degli organi che interessano il sistema HVAC

Feritoie di areazione articolate

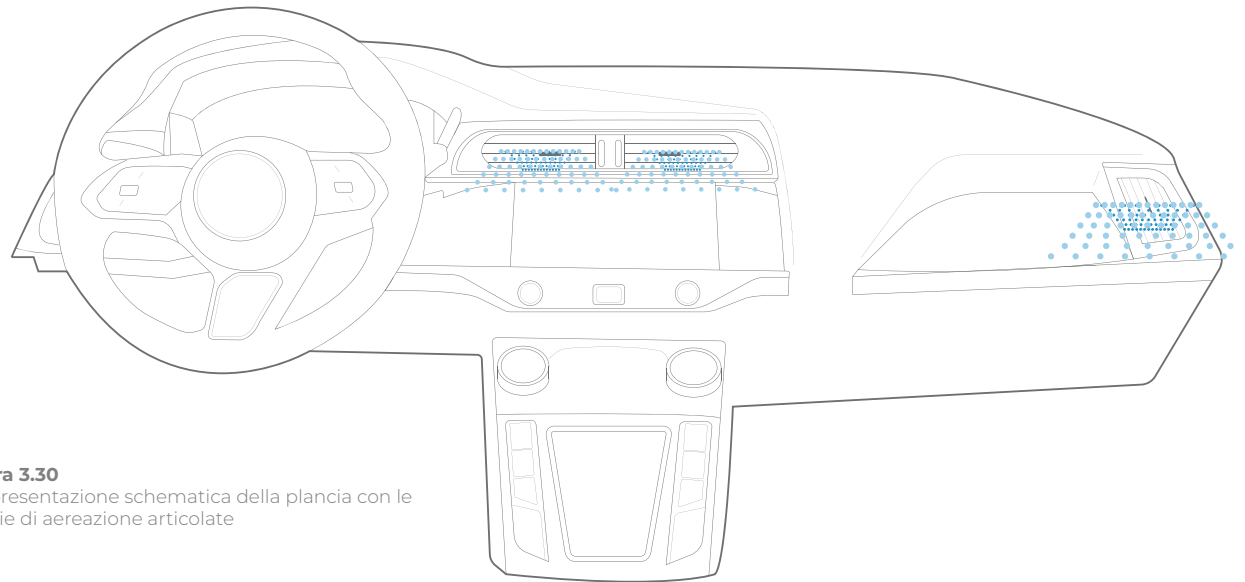


Figura 3.30
Rappresentazione schematica della plancia con le feritoie di areazione articolate

Descrizione:

Il sistema di aerazione puntuale distribuisce l'aria all'interno dell'abitacolo tramite ventilatori e condotti che convogliano l'aria verso bocchette posizionate sulla plancia, sulle portiere. L'aria può essere prelevata dall'esterno o riciclata, e la velocità del flusso può essere regolata manualmente o automaticamente.

Le feritoie, orientabili e con forme e dimensioni diverse, permettono di controllare il flusso d'aria secondo le esigenze del conducente e dei passeggeri. Il sistema, inoltre può essere supportato da filtri antipolline e a carboni attivi per migliorare la qualità dell'aria. Nonostante l'avanzata evoluzione verso sistemi più avanzati, le bocchette tradizionali rimangono un elemento cardine della plancia.

Funzionalità:

Il sistema di aerazione con bocchette consente di regolare la temperatura e l'intensità flusso d'aria all'interno dell'abitacolo, andando incontro al comfort e benessere dei passeggeri. Le bocchette orientabili permettono di definire la direzione in modo mirato, mentre la modulazione della velocità del ventilatore garantisce un controllo preciso dell'intensità dell'aria. Infine, favorisce la sicurezza attiva, prevenendo l'appannamento dei vetri e garantendo visibilità ottimale.



Figura 3.31 (Alto Sx)
Fotografia del sistema di ventilazione dell'Audi modello "A7"

Figura 3.32 (Alto Dx)
Fotografia del dettaglio legato al sistema di aerazione centrale

Figura 3.33 (Basso Sx)
Fotografia del dettaglio legato al sistema di aerazione laterale

Figura 3.34 (Basso Dx)
Fotografia del sistema di ventilazione della Volvo modello "XC90"

Bocchette parzializzate

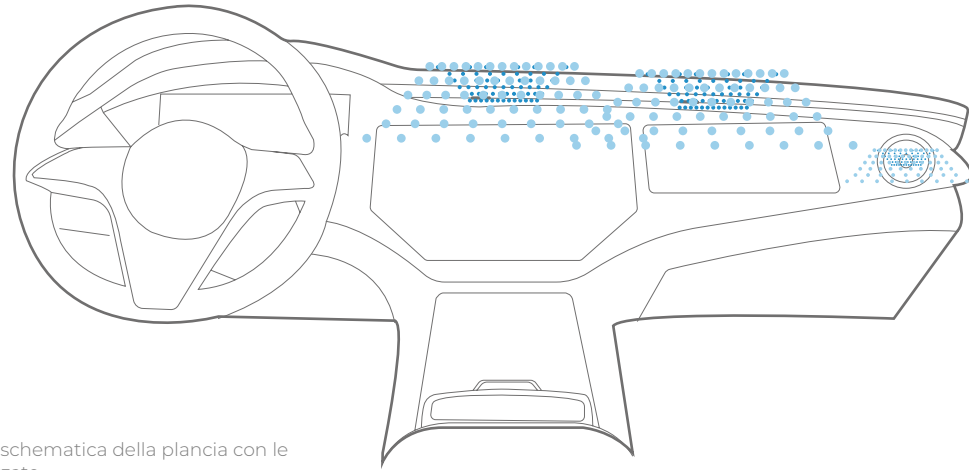


Figura 3.35
Rappresentazione schematica della plancia con le bocchette parzializzate

Descrizione:

Il sistema di aerazione puntuale distribuisce l'aria all'interno dell'abitacolo tramite ventilatori e condotti che convogliano l'aria verso bocchette posizionate sulla plancia, sulle portiere. L'aria può essere prelevata dall'esterno o riciclata, e la velocità del flusso può essere regolata manualmente o automaticamente.

Le feritoie, orientabili e con forme e dimensioni diverse, permettono di controllare il flusso d'aria secondo le esigenze del conducente e dei passeggeri. Il sistema, inoltre può essere supportato da filtri antipolline e a carboni attivi per migliorare la qualità dell'aria. Nonostante l'avanzata evoluzione verso sistemi più avanzati, le bocchette tradizionali rimangono un elemento cardine della plancia.

Funzionalità:

Il sistema di aerazione con bocchette consente di regolare la temperatura e l'intensità flusso d'aria all'interno dell'abitacolo, andando incontro al comfort e benessere dei passeggeri. Le bocchette orientabili permettono di definire la direzione in modo mirato, mentre la modulazione della velocità del ventilatore garantisce un controllo preciso dell'intensità dell'aria. Infine, favorisce la sicurezza attiva, prevenendo l'appannamento dei vetri e garantendo visibilità ottimale.



Figura 3.36; Figura 3.37; Figura 3.38; Figura 3.39
Fotografie della plancia e dei dettagli di ventilazione della Mercedes modello "EQS"

Ventilazione a diffusione

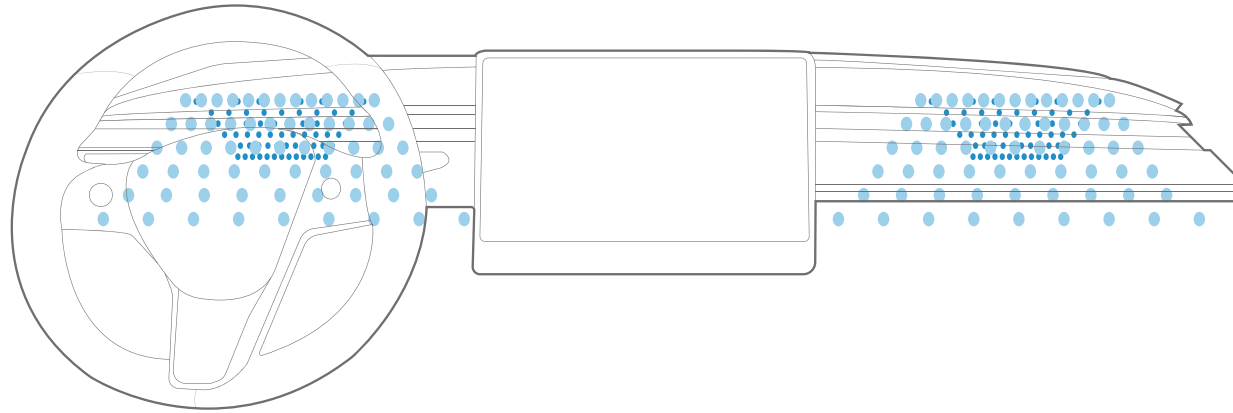


Figura 3.40
Rappresentazione schematica della plancia con la ventilazione a diffusione

Descrizione:

La ventilazione indiretta si caratterizza per l'assenza di flussi d'aria diretti sui passeggeri. Il sistema è composto da aperture e canalizzazioni nascoste all'interno della plancia e dei pannelli laterali, che convogliano l'aria verso superfici interne dell'abitacolo. Una volta deviato, il flusso si riflette e si diffonde in modo ampio e uniforme, creando un ricircolo naturale e meno percepibile rispetto alle bocchette tradizionali. Questo approccio contribuisce anche a mantenere un design interno più lineare e minimale, senza elementi tecnici in evidenza.

Funzionalità:

Dal punto di vista funzionale, la ventilazione indiretta mira a migliorare il comfort termico riducendo la sensazione di getti d'aria fastidiosi, favorendo invece una distribuzione uniforme della temperatura. Ciò si traduce in una maggiore piacevolezza durante la guida, in particolare nei viaggi lunghi. Inoltre, questo sistema può integrarsi con climatizzazioni automatiche avanzate e sensori intelligenti, garantendo un microclima costante e personalizzabile per i diversi occupanti del veicolo.



Figura 3.41
Fotografia della plancia della Tesla modello "Model X"

Elemento
cromatico

3.3.2 Definizione

Il colore nella plancia e negli interni automobilistici è un elemento progettuale fondamentale che influisce non solo sull'estetica, ma anche sulla percezione emotiva, psicologica e funzionale dell'ambiente di guida. I colori selezionati all'interno dell'abitacolo possono evocare determinate sensazioni (come tranquillità, energia o intimità) e modulare lo stato d'animo dell'occupante, influenzando il livello di comfort e benessere percepito durante l'utilizzo del veicolo. Per esempio, tonalità neutre e chiare tendono a creare un ambiente percepito come più ampio e rilassante, mentre colori scuri o saturi possono conferire un senso di concentrazione o dinamismo. In relazione a

questo, la psicologia del colore applicata agli interni veicolari considera non solo le associazioni emotive dei diversi colori (ad esempio il blu associato a calma e fiducia, o il rosso legato a energia e passione), ma anche l'effetto visivo complessivo sulla percezione dello spazio e sulla facilità di utilizzo dei comandi. In ambito automobilistico moderno, la scelta del colore nella plancia è parte di un processo progettuale olistico che mira a armonizzare estetica, ergonomia, identità del brand e benessere dell'utente, e si integra sempre più con elementi come materiali, illuminazione ambientale e linguaggio visivo complessivo dell'abitacolo.

Figura 3.42
Fotografia della plancia della Mercedes
modello "EQS"



3.3.3 Psicologia del colore

In ambito psicologico, il colore è considerato uno stimolo percettivo complesso capace di influenzare emozioni, stati cognitivi, risposte fisiologiche e comportamenti dell'individuo. La percezione cromatica non è un processo puramente visivo, ma il risultato di un'interazione tra stimolo fisico, sistema nervoso, esperienza personale e contesto culturale. Per questo motivo, i colori non possiedono un significato universale e assoluto, ma attivano pattern emotivi e cognitivi ricorrenti, studiati dalla psicologia ambientale e dalla cromologia. Numerosi studi dimostrano che il colore può influenzare il livello di attivazione psicofisiologica (arousal), incidendo su parametri come attenzione, concentrazione, frequenza cardiaca e percezione dello stress. Ad esempio, tonalità fredde come il blu e il verde sono comunemente associate a sensazioni di calma, stabilità e controllo, mentre colori caldi come il rosso o l'arancione tendono ad aumentare l'attivazione, l'energia e la reattività emotiva. Questi effetti non sono soltanto simbolici, ma trovano riscontro in risposte fisiologiche misurabili, rendendo il colore uno strumento progettuale strategico. Dal punto di vista della psicologia ambien-

tale, il colore contribuisce in modo significativo alla percezione dello spazio e alla qualità dell'esperienza ambientale. Colori chiari e poco saturi possono ampliare visivamente un ambiente e trasmettere sensazioni di leggerezza e ordine, mentre tonalità scure o molto contrastate possono rafforzare un senso di protezione, intimità o concentrazione. In questo senso, il colore diventa un mediatore tra individuo e spazio, influenzando il modo in cui l'ambiente viene vissuto e interpretato. Nel campo del design degli interni e del design automobilistico, la psicologia del colore viene applicata per supportare obiettivi funzionali ed emozionali. All'interno dell'abitacolo di un veicolo, e in particolare nella plancia, il colore contribuisce a ridurre il carico cognitivo, migliorare la leggibilità delle informazioni e favorire uno stato psicologico adeguato alla guida. La scelta cromatica non risponde quindi solo a criteri estetici o di identità del brand, ma diventa parte integrante di una progettazione orientata al benessere, alla sicurezza e all'esperienza utente, soprattutto nei veicoli contemporanei caratterizzati da un'elevata presenza di interfacce digitali.

Figura 3.43
Schema concettuale che lega i colori e le loro sfumature



3.3.4 Colore e materiale

Nella progettazione della plancia, il colore non può essere considerato come un elemento isolato, ma deve essere analizzato in relazione diretta ai materiali che lo veicolano. La percezione cromatica varia infatti in modo significativo in base alla natura del materiale, alla sua finitura superficiale e al modo in cui interagisce con la luce.

Uno stesso colore applicato su materiali differenti può generare sensazioni percettive opposte: su una superficie plastica lucida può risultare artificiale e riflettente, mentre su un rivestimento tessile o in pelle può apparire più caldo, profondo e naturale. Questo aspetto è particolarmente rilevante nella plancia, dove convivono materiali tecnici, superfici soft-touch, inserti metallici e componenti digitali.

Dal punto di vista funzionale, i materiali opachi o leggermente satinati sono spesso preferiti per le superfici principali della plancia, poiché riducono riflessi e abbagliamenti, migliorando il comfort visivo

e la sicurezza. I materiali lucidi, invece, vengono generalmente limitati a zone secondarie o decorative, dove il colore può essere valorizzato senza compromettere la leggibilità o generare distrazioni.

Il colore contribuisce inoltre a comunicare la qualità percepita del materiale. Tonalità scure e desaturate, associate a superfici morbide o naturali, rafforzano la sensazione di solidità e precisione costruttiva. Al contrario, colori troppo saturi o mal calibrati possono evidenziare la natura plastica del materiale, riducendo la percezione premium dell'ambiente interno.

Un ulteriore aspetto riguarda la coerenza cromatica tra materiali diversi: nella plancia è fondamentale mantenere una continuità visiva tra elementi strutturali, comandi e superfici decorative. Il colore diventa quindi uno strumento di integrazione progettuale, capace di unificare materiali differenti in un unico linguaggio formale e sensoriale.

Figura 3.44
Schema concettuale che lega i materiali



ACCIAIO



Figura 3.45
Texture dell'acciaio satinato



Figura 3.46; Figura 3.47; Figura 3.48
Dettagli in acciaio della plancia Audi
modello "Concept C"

Figura 3.49 (Pagina 75)
Fotografia della plancia del veicolo Audi
modello "Concept C"



CROMATO



Figura 3.50
Texture dei dettagli della cromatura



Figura 3.51; Figura 3.52; Figura 3.53
Dettagli in cromatura della plancia
Pagani modello "Huayra"

Figura 3.54 (Pagina 77)
Fotografia della plancia del veicolo
Pagani modello "Huayra"



FIBRA DI CARBONIO



Figura 3.55
Texture della fibra di carbonio



Figura 3.56; Figura 3.57; Figura 3.58
Dettagli in fibra di carbonio della plancia
Ferrari modello "F8"

Figura 3.59 (Pagina 79)
Fotografia della plancia del veicolo Fer-
rari modello "F8"



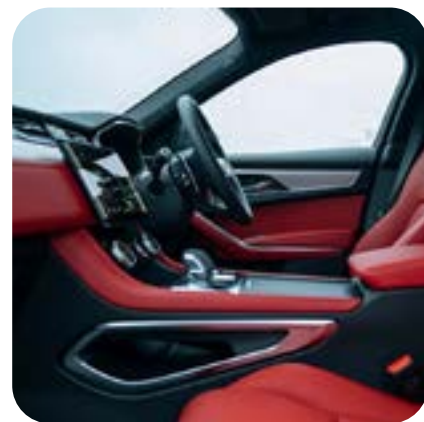
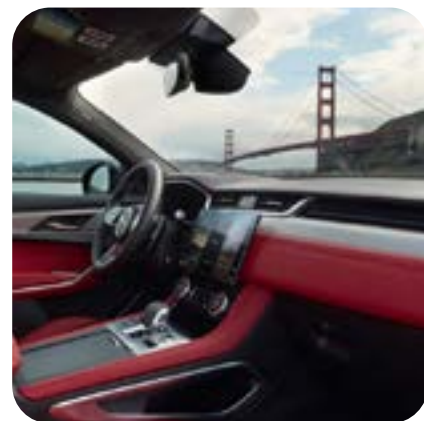
PELLE



Figura 3.60
Texture della pelle

Figura 3.61; Figura 3.62; Figura 3.63
Dettagli in pelle della plancia Jaguar
modello "I-Pace"

Figura 3.64 (Pagina 81)
Fotografia della plancia del veicolo
Jaguar modello "I-Pace"



LEGNO



Figura 3.65
Texture del legno

Figura 3.66; Figura 3.67; Figura 3.68
Dettagli in legno della plancia Volkswagen modello "ID life"

Figura 3.69 (Pagina 83)
Fotografia della plancia del veicolo Volkswagen modello "ID life"



SUPERFICI MATERICHE



Figura 3.70
Texture della plastica goffrata

Figura 3.71
Dettaglio del volante del veicolo Toyota
modello Yaris

L'utilizzo specifico delle superfici in plastica goffrata, sono utilizzate nelle plance automobilistiche. Rappresentano una soluzione progettuale che unisce aspetti legati alla materia e tattili. Questa tipologia è una micro lavorazione su superfici ottenute tramite lo stampo durante il processo di produzione del componente plastico (come ABS, PP o PC-ABS) e consiste in una texture a rilievo fine o media, percepibile sia visivamente sia al tatto.



Speaker

3.4.2 Definizione

Gli speaker all'interno di un veicolo rappresentano un elemento fondamentale sia dal punto di vista funzionale che sensoriale. Integrati principalmente nella plancia, nei pannelli delle porte, nel tetto o nei poggiatesta, sono progettati per offrire una riproduzione sonora di qualità, coprendo un ampio spettro di frequenze che va dai bassi profondi agli acuti nitidi. La loro disposizione è attentamente studiata per garantire un'esperienza audio uniforme e immersiva per tutti i passeggeri, bilanciando le necessità acustiche con l'estetica dell'abitacolo.

Nella plancia, gli speaker non solo veicolano la musica, ma contribuiscono anche

alla percezione complessiva dell'ambiente interno, integrandosi con il design e con gli altri sistemi di infotainment. Essi riproducono avvisi di sicurezza, segnali di navigazione e feedback sonori dai sistemi di assistenza alla guida, diventando un mezzo fondamentale per comunicare informazioni importanti al conducente e ai passeggeri. La scelta dei materiali e delle tecnologie dei diffusori, così come la loro integrazione nel layout della plancia, influisce direttamente sulla qualità del suono e sull'esperienza sensoriale complessiva, rendendo gli speaker un componente chiave del abitacolo moderno.

Figura 3.72
Rappresentazione allegorica di una cassa esplosa in vista assonometrica



3.4.3 Tipologie di suono e scenari d'impiego

Il suono all'interno dell'automobile non è un elemento accessorio, ma una componente funzionale dell'esperienza di guida. Ogni vibrazione, notifica o atmosfera sonora risponde a una precisa esigenza di comunicazione tra veicolo e utente. Le tipologie principali possono essere distinte in base allo scenario d'impiego e al ruolo che svolgono nella plancia.

I **suoni funzionali** accompagnano l'interazione con i comandi fisici e digitali, confermando un'azione o segnalando la riuscita di un input. Sono brevi, immediati e pensati per ridurre la necessità di controlli visivi. I suoni informativi comunicano cambiamenti di stato del veicolo, come aggiornamenti di navigazione, variazioni di modalità o notifiche dell'HMI. Devono essere riconoscibili ma non invasivi, così che l'utente possa interpretarli senza distrazione.

Una categoria distinta è quella dei **suoni di sicurezza**, progettati per emergere chiaramente nel rumore dell'abitacolo e richiamare l'attenzione in situazioni criti-

che. Comprendono avvisi di collisione, superamento involontario di corsia, ostacoli in manovra o errori rilevanti del sistema. La loro funzione è interrompere l'attività corrente e guidare il conducente verso un'azione immediata.

Accanto ai suoni tecnici troviamo i **suoni emozionali o ambientali**, che non servono a comunicare informazioni operative ma contribuiscono all'atmosfera dell'abitacolo. Possono essere texture sonore, scenari 3D o transizioni audio progettate per rendere l'esperienza più piacevole, rilassante o coerente con il carattere del veicolo. Questi suoni costruiscono la "firma" emotiva della plancia.

Un ruolo sempre più importante è assunto dai suoni di **brand identity**, associati ai momenti chiave dell'esperienza: apertura del veicolo, avviamento, selezione delle modalità. In questi casi il suono diventa parte dell'immagine del marchio, contribuendo a costruire una relazione più affettiva e personale con l'auto.

Tipologie di suono

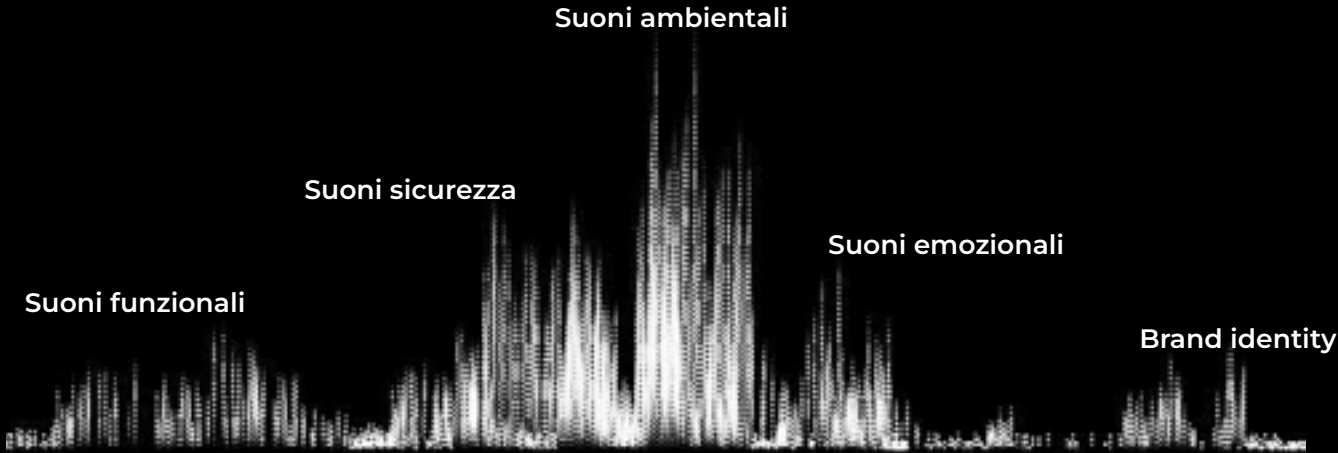


Figura 3.73
Rappresentazione schematica delle
tipologie di suono

Tweeter da plancia

Tweeter domend o ribbon

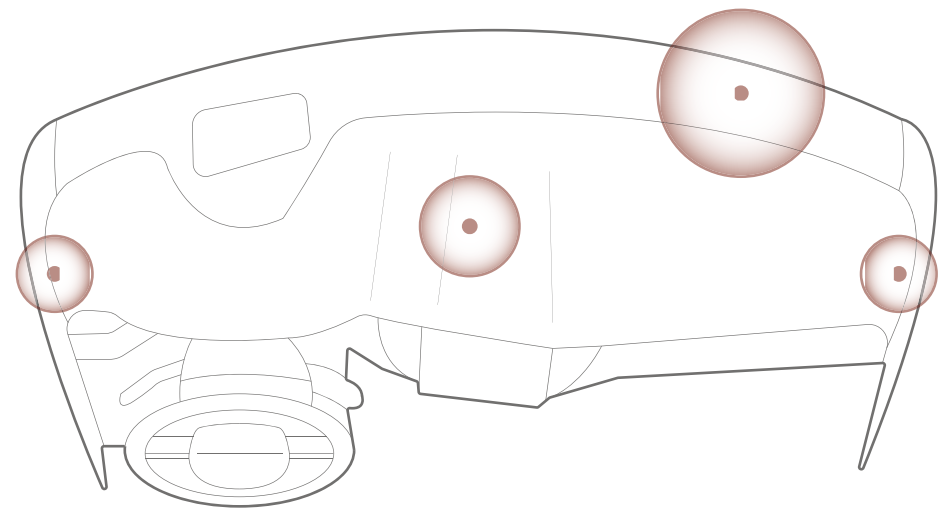


Figura 3.74
Rappresentazione schematica dei diffusori di rumore (Tweeter da plancia) e la loro posizione rispetto alla plancia

Descrizione:

Il tweeter da plancia è un impianto acustico di piccole dimensioni pensato per la riproduzione delle alte frequenze e integrato nella parte superiore del cruscotto. La posizione strategica, viene posizionato in prossimità del parabrezza o ai lati della plancia per favorire una diffusione diretta del suono verso il pilota e co-pilota. Dal punto di vista espressivo, può essere visibile tramite griglie, elementi metallici o elementi decorativi, oppure completamente nascosto sotto superfici tessili o plastiche microforate. Il tweeter rappresenta un elemento di connessione tra componente tecnica e linguaggio estetico della plancia, poiché il suo alloggiamento influisce su geometrie, materiali e percezione qualitativa dell'abitacolo.

Funzionalità:

La funzione del tweeter da plancia è la riproduzione delle frequenze acute, fondamentali per la definizione del dettaglio sonoro, della chiarezza vocale e della spazialità dell'ascolto. Posizionato frontalmente, contribuisce alla costruzione della scena sonora anteriore (front-stage), migliorando la percezione di direzionalità e profondità del suono. Dal punto di vista dell'interazione uomo-macchina, favorisce l'intelligibilità di segnali vocali, navigazione e notifiche acustiche, riducendo la necessità di concentrazione visiva. La sua presenza, quindi, non è solo legata alla qualità musicale, ma anche al comfort cognitivo e alla qualità percettiva dell'esperienza sonora all'interno dell'abitacolo.



Figura 3.75; Figura 3.76; Figura 3.77
Fotografia della plancia e dei dettagli dei diffusori della Polestar modello "2"

Mid-range da plancia Centre speaker

Mid-range driver

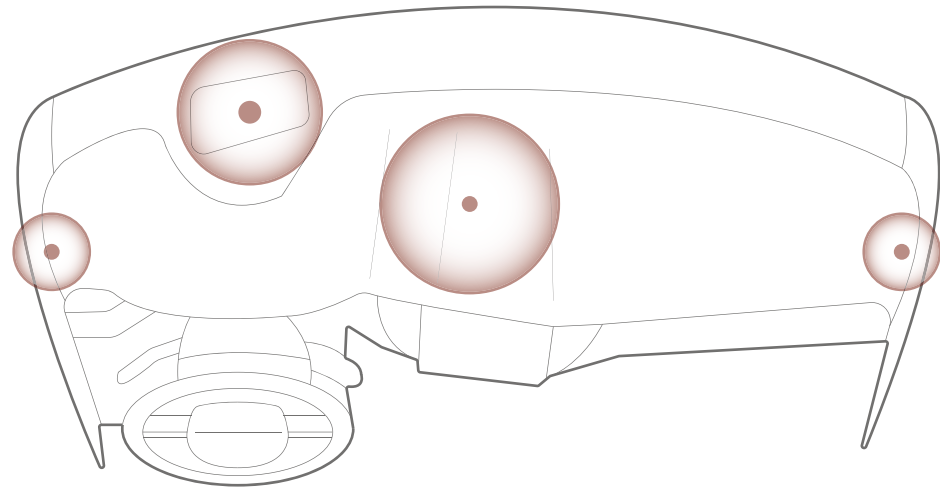


Figura 3.78
Rappresentazione schematica dei diffusori rumore (Mid-range; Centre speaker) e la loro posizione rispetto alla plancia

Descrizione

Il midrange da plancia è un diffusore dedicato alla riproduzione delle frequenze medie, integrato nella zona frontale del cruscotto come parte del sistema audio anteriore. A livello progettuale, occupa una posizione intermedia tra tweeter e woofer, sia per funzione sia per collocazione spaziale, ed è spesso alloggiato sotto griglie, superfici microforate o integrato in moduli centrali della plancia. Le sue dimensioni risultano maggiori rispetto a quelle di un tweeter, poiché necessita di una superficie radiante più ampia. Dal punto di vista del design, la sua integrazione richiede attenzione ai volumi interni, alla ventilazione acustica e alla compatibilità con materiali di rivestimento, influenzando la struttura e l'architettura interna della plancia.

Funzionalità

La funzione del midrange è la riproduzione della gamma di frequenze medie, intervallo fondamentale per la percezione naturale della voce umana e della maggior parte dei suoni ambientali. All'interno dell'abitacolo contribuisce alla costruzione del fronte sonoro anteriore, garantendo coerenza timbrica tra alte e basse frequenze. Dal punto di vista dell'interazione, migliora l'intelligibilità dei comandi vocali, delle istruzioni di navigazione e delle comunicazioni in vivavoce, riducendo lo sforzo cognitivo dell'utente. Il midrange svolge quindi un ruolo centrale non solo nell'equilibrio acustico del sistema audio, ma anche nella qualità percettiva e funzionale dell'esperienza sonora di guida.



Figura 3.79; Figura 3.80; Figura 3.81
Fotografia della plancia e dei dettagli dei diffusori della Volvo modello "XC90"

Full-range da plancia Array di micro-speaker

Full range driver, Balanced Mode Radiator (BMR), Micro speaker

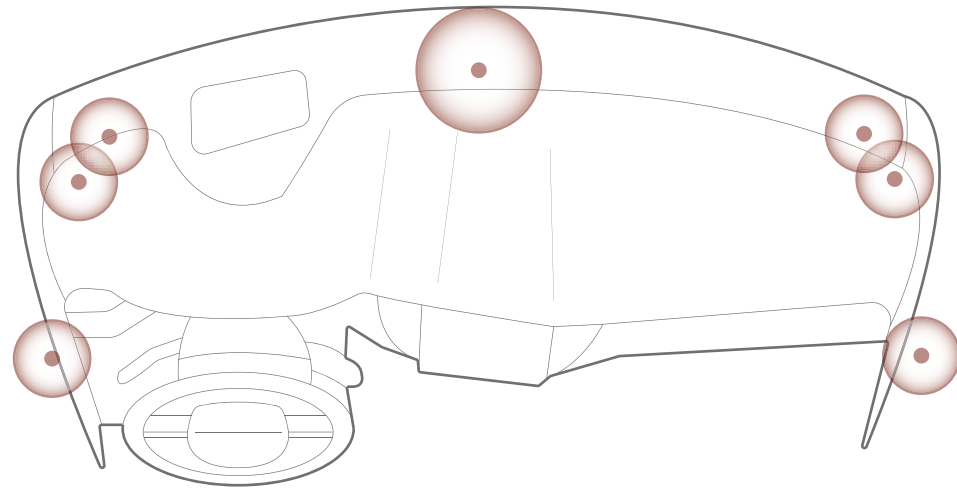


Figura 3.82
Rappresentazione schematica dei diffusori rumore (Full range e array da micro-speaker) e la loro posizione rispetto alla plancia

Descrizione

Il diffusore full-range da plancia è un altoparlante progettato per coprire un'ampia porzione dello spettro sonoro, integrato nella parte frontale del cruscotto come soluzione compatta e multifunzionale. A differenza dei sistemi suddivisi in più vie, questo componente concentra in un'unica unità la riproduzione di frequenze medio-alte e parte delle basse, riducendo il numero di elementi visibili e semplificando l'architettura acustica. Dal punto di vista formale, può essere collocato sotto superfici microforate, griglie lineari o integrato in elementi centrali della plancia, contribuendo a un'estetica pulita e continua. La sua presenza incide sulla progettazione dei volumi interni e sulla scelta dei materiali, poiché deve garantire adeguata ventilazione acustica e controllo delle vibrazioni.

Funzionalità:

La funzione del full-range è fornire una riproduzione sonora estesa utilizzando un solo diffusore, garantendo coerenza timbrica e uniformità di emissione. In ambito automobilistico è spesso impiegato per la diffusione di contenuti vocali, segnali di sistema, navigazione e intrattenimento leggero, offrendo una resa equilibrata senza la complessità di un sistema multi-via. La sua emissione più uniforme nello spazio favorisce una distribuzione sonora omogenea nell'abitacolo, migliorando l'intelligibilità e la percezione globale del suono. Dal punto di vista funzionale rappresenta quindi una soluzione efficiente, orientata all'integrazione compatta, alla riduzione di componenti e al miglioramento del comfort acustico generale.



Figura 3.83; Figura 3.84; Figura 3.85
Fotografia della plancia e dei dettagli dei diffusori della Polestar modello "3"

3.3.4 Futur trend

L'integrazione di attuatori a stato solido all'interno dell'abitacolo abilita il paradigma dell'audio invisibile, svincolando definitivamente il progetto dai limiti formali e d'ingombro imposti dai trasduttori tradizionali. Questa innovazione tecnologica favorisce una continuità materica assoluta, in cui la funzione acustica è incorporata direttamente nelle superfici senza alterare l'architettura interna o l'estetica delle finiture. Dal punto di vista ingegneristico, tale approccio garantisce significativi vantaggi in termini di riduzione delle masse e ottimizzazione dei volumi critici, liberando spazio prezioso dietro la plancia per l'alloggiamento di sistemi di climatizzazione (HVAC) o cablaggi complessi. In questo scenario, il suono evolve da componente tecnico localizzato e riconoscibile a proprietà intrinseca della materia, ampliando radicalmente le possibilità espressive e

compositive del CMF Design. In prospettiva futura, la fusione sinergica tra superfici vibranti, sistemi intelligenti e interfacce digitali trasformerà il feedback acustico in un pilastro portante del linguaggio HMI. I segnali sonori non saranno più percepiti come semplici notifiche standardizzate, ma diventeranno elementi dinamici e spazializzati, capaci di guidare intuitivamente l'attenzione del conducente verso i punti focali del cruscotto. Questa ricerca di una coerenza multisensoriale dove la risposta sonora scaturisce dalla medesima superficie che l'utente tocca o osserva potenzia la sicurezza attiva e la rapidità di reazione. La plancia cessa di essere una somma di parti meccaniche per diventare un ecosistema olistico, progettato per massimizzare il benessere percettivo e l'esperienza immersiva del passeggero.

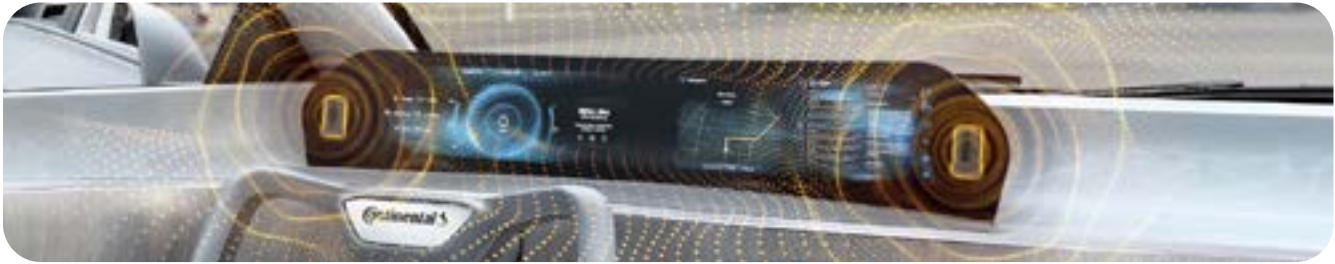


Figura 3.86
Immagine allegorica del sistema di applicazione dei diffusori legati integrati totalmente alla plancia

Sistema d'infotainment

3.5.2 Definizione

Il sistema di infotainment è l'infrastruttura digitale che governa tutte le funzioni di informazione, comunicazione e intrattenimento all'interno dell'abitacolo. È una piattaforma integrata che unisce componenti hardware e come display centrali, quadro strumenti digitale, comandi al volante, microfoni e moduli di connettività con software dedicati alla navigazione, ai contenuti multimediali, ai servizi online e alle funzioni del veicolo. Attraverso un'interfaccia multi modale che combina touch, input vocali, feedback sonori e comandi fisici, l'infotainment permette al conducente di accedere a dati complessi in modo intuitivo e di persona-

lizzare l'esperienza di guida secondo preferenze, abitudini e condizioni dinamiche. Oltre al media e alla navigazione, gestisce anche aspetti cruciali come l'integrazione smartphone, l'assistenza alla guida, le impostazioni del veicolo e la comunicazione tra utente e ambiente esterno. In questo senso l'infotainment non è solo un insieme di schermi, ma un vero sistema cognitivo della plancia: organizza l'informazione, supporta la sicurezza, riduce il carico mentale e traduce la complessità tecnologica dell'auto in un linguaggio visivo e sonoro comprensibile. È il centro digitale dell'abitacolo e il principale punto di contatto tra persona e veicolo.

Figura 3.87
Fotografia allegorica di utilizzo di uno schermo di un'auto



Configurazione a doppio schermo separato

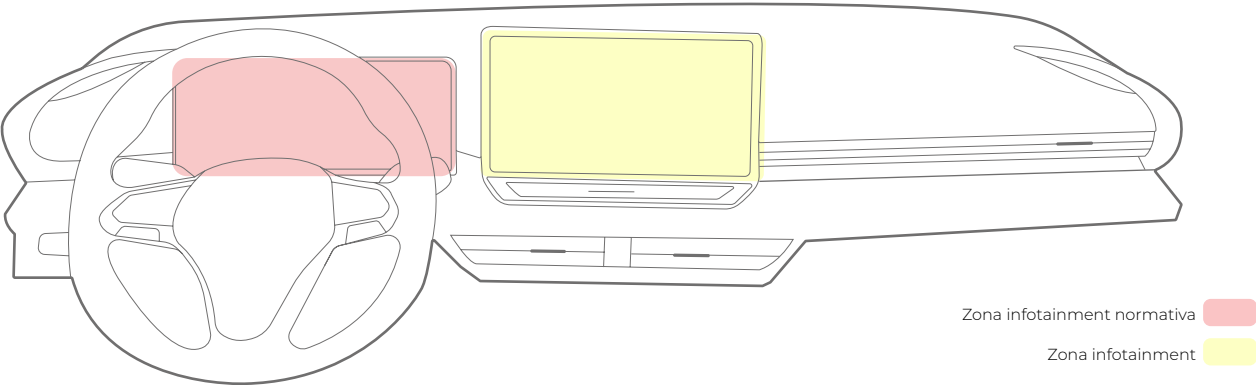


Figura 3.88
Rappresentazione schematica della plancia con la configurazione a doppio schermo separato

Descrizione:

Il sistema a doppio schermo separato è una configurazione HMI in cui la plancia integra due display fisicamente distinti e formalmente non continui. Il primo è posizionato davanti al conducente ed è dedicato alla strumentazione digitale; il secondo è collocato al centro della plancia ed è destinato all'infotainment. I due elementi sono percepiti come unità autonome e generano una suddivisione visiva della plancia in aree tecnologiche differenziate. Questa architettura enfatizza la gerarchia spaziale e mantiene l'interfaccia digitale organizzata in zone funzionali chiaramente riconoscibili.

Funzionalità

Dal punto di vista funzionale, il sistema distingue le informazioni in base alla priorità operativa. Il display davanti al conducente gestisce i dati critici per la guida, come velocità, stato del veicolo, sistemi di assistenza e indicazioni di navigazione essenziali. Lo schermo centrale è invece dedicato alle funzioni secondarie legate a comfort e servizi, tra cui media, climatizzazione e connettività. La separazione fisica tra i due schermi riduce la competizione visiva tra contenuti, limita il carico cognitivo e favorisce una lettura più rapida e sicura delle informazioni di guida.



Figura 3.89
Fotografia della plancia della Volkswagen modello "T-ROC"

Plancia e infotainment ottimizzati per il conducenti

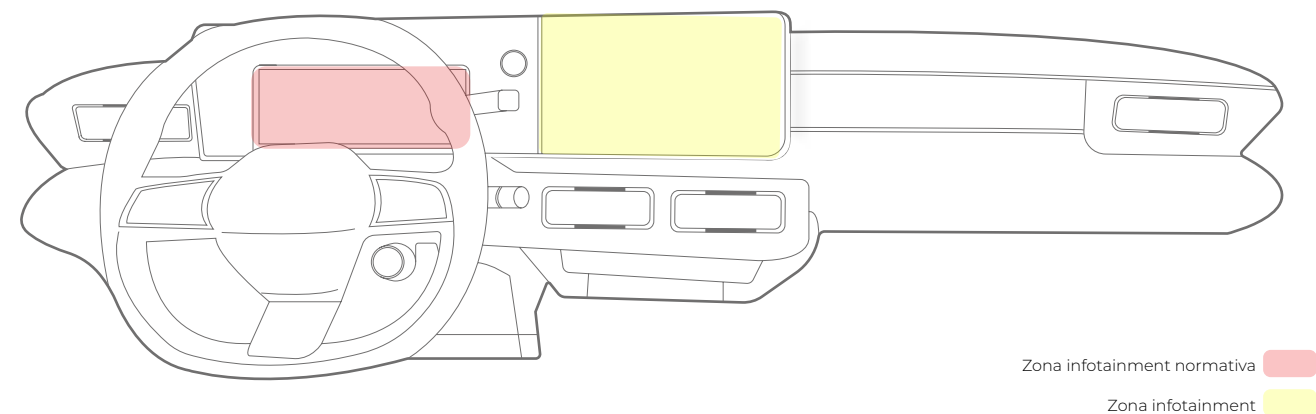


Figura 3.90
Rappresentazione schematica della plancia e infotainment ottimizzati per il conducenti

Descrizione:

Lo schermo curvo, orientato verso il guidatore, è un display, che si estende lateralmente per inglobare sia la strumentazione principale che l'infotainment. La curvatura dello schermo segue l'arco naturale del campo visivo del guidatore, garantendo una percezione immediata e uniforme delle informazioni senza la necessità di spostare eccessivamente lo sguardo o la testa. La superficie continua e leggermente inclinata riduce i riflessi ambientali, ottimizza la leggibilità dei contenuti e permette una disposizione modulare dei widget, dalle informazioni di guida ai comandi multimediali, in modo gerarchico e intuitivo.

Funzionalità

La scelta di curvare lo schermo verso il guidatore nasce da una volontà progettuale di massimizzare l'ergonomia e l'efficienza nella fruizione delle informazioni. Curvare il display permette di ridurre i movimenti oculari e fisici necessari per accedere ai dati critici, migliorando la concentrazione durante la guida. Inoltre, il design mira a creare un'interazione più naturale tra uomo e macchina, favorendo una percezione immediata dello spazio digitale e una gerarchizzazione intuitiva delle informazioni. Dal punto di vista estetico, la curvatura contribuisce a dare continuità visiva al cockpit e a trasmettere un senso di tecnologia avanzata e innovativa, coerente con i concetti di plancia olistica e veicolo orientato al benessere del guidatore.



Figura 3.91 (in alto)
Fotografia della plancia della Renault modello "5"



Figura 3.92 (in basso Sx)
Fotografia della plancia della Kia modello "EV6"



Figura 3.93 (in basso Dx)
Fotografia della plancia della Porsche modello "Cayenne"

Pannello unico orizzontale

Gli elementi primari di guida, storicamente posizionate nel quadro strumenti frontale, vengono ricollocate nell'interfaccia centrale.

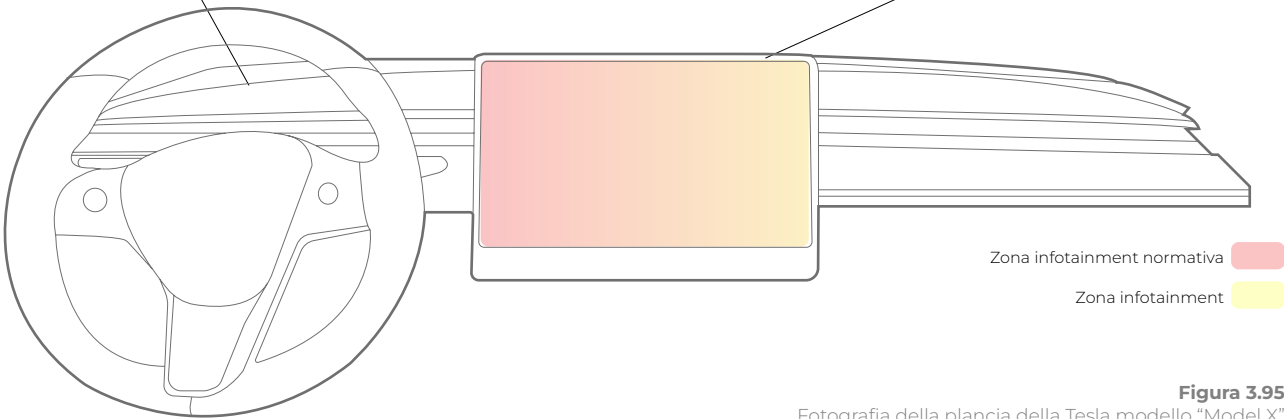


Figura 3.94
Rappresentazione schematica della plancia a pannello unico orizzontale

Descrizione:

Il centro della plancia è caratterizzato da una disposizione orizzontale di schermi digitali che si estendono lateralmente, creando una continuità visiva tra la strumentazione, il sistema di infotainment e eventuali display secondari per il controllo di clima o funzioni veicolo. Questa configurazione permette di concentrare tutte le informazioni principali in un'unica linea visiva, facilitando l'accesso rapido ai dati senza frammentare lo spazio digitale. La disposizione orizzontale favorisce inoltre un aspetto pulito, simmetrico e tecnologico, integrando il centro plancia in maniera armonica con il resto dell'abitacolo.

Funzionalità:

La scelta di un centro orizzontale con schermi nasce dall'intento di migliorare ergonomia, leggibilità e continuità visiva. Concentrando le informazioni su un'unica linea orizzontale, il guidatore può acquisire rapidamente dati critici senza distrazioni o movimenti eccessivi della testa. La configurazione favorisce anche l'accesso intuitivo ai controlli secondari, mantenendo ordine e chiarezza nell'interfaccia. Dal punto di vista estetico, la linea orizzontale trasmette equilibrio e modernità, rafforzando il concetto di plancia olistica e offrendo una forte identità tecnologica all'abitacolo.

In questo sistema, lo schermo ha di rilevanza un ruolo cognitivo centrale: diventa il principale sistema tra utente e veicolo, specificando la percezione, carico mentale e modalità di attenzione del guidatore.

Zona infotainment normativa
Zona infotainment

Figura 3.95
Fotografia della plancia della Tesla modello "Model X"



Schermo 2/3

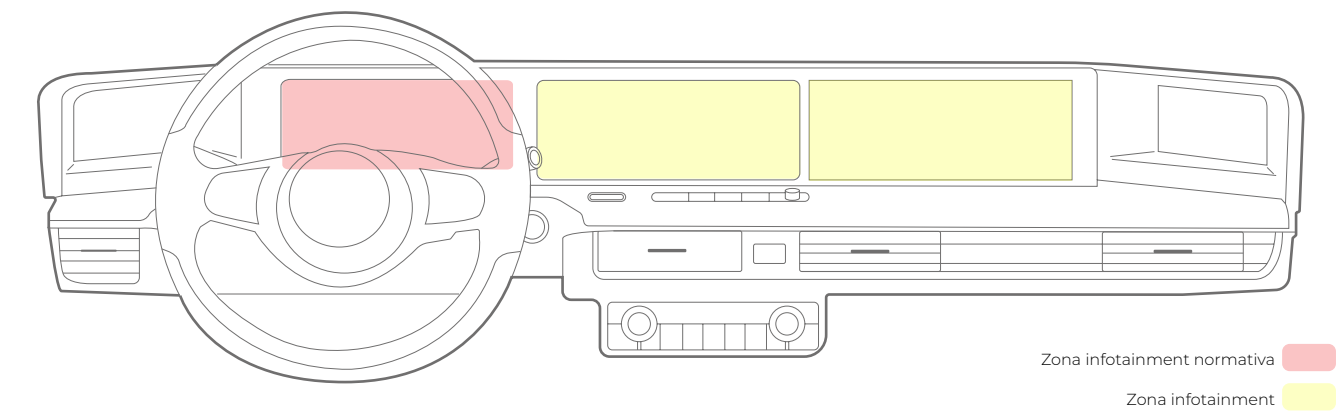


Figura 3.96
Rappresentazione schematica della plancia 2/3

Descrizione:

Lo schermo 2/3 occupa circa due terzi della larghezza della plancia, lasciando uno spazio laterale per elementi fisici o finiture estetiche. Questa configurazione permette di combinare un'ampia area digitale per infotainment, navigazione e controllo dei sistemi del veicolo con una parte "di respiro" che può ospitare bocchette dell'aria, vani portaoggetti o dettagli materici. Il display può essere leggermente curvo o piatto e mantiene una leggibilità ottimale per il guidatore e il passeggero, bilanciando immersione digitale e funzionalità tradizionale.

Funzionalità:

La scelta di limitare lo schermo a 2/3 della plancia nasce dall'esigenza di bilanciare ergonomia, visibilità e design estetico. Un'area digitale più ampia permette di visualizzare informazioni complesse in modo chiaro e immediato, mentre lo spazio residuo preserva elementi fisici di controllo o dettagli tattili, evitando un eccessivo senso di "schermo dominante". Questo approccio favorisce un'interazione intuitiva, riduce il rischio di affaticamento visivo e contribuisce a un design armonico del cockpit, integrando tecnologia e materiali tradizionali in un'unica esperienza di guida.



Figura 3.97
Fotografia della plancia della Honda modello "e"

Figura 3.98
Fotografia della plancia della Hyundai modello "IONIQ 5"



Schermo co-pilota

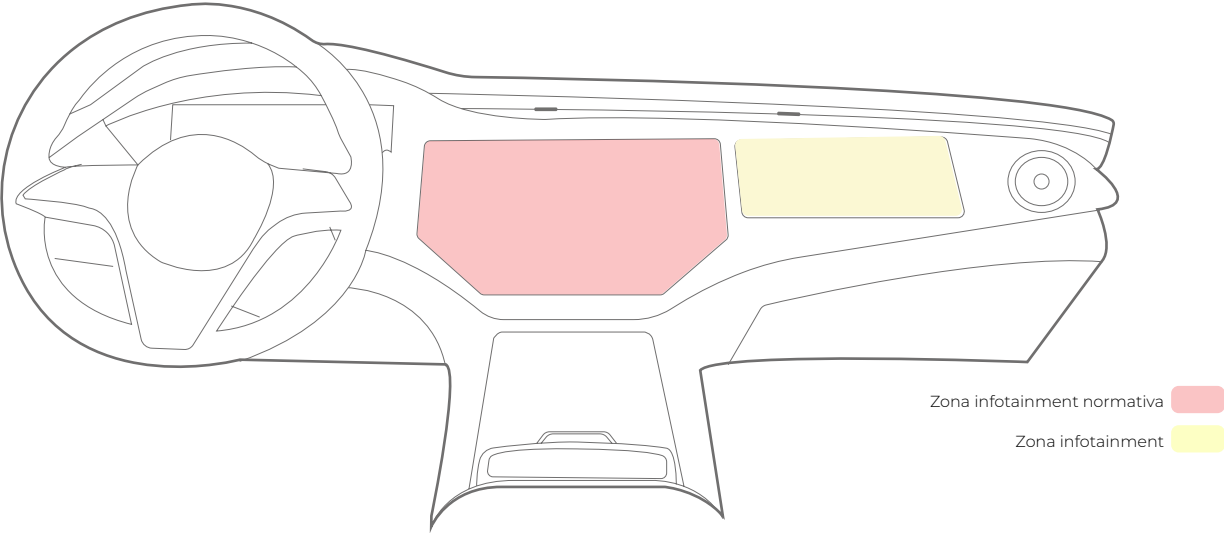


Figura 3.99
Rappresentazione schematica della plancia con lo schermo co-pilota

Descrizione:

Lo schermo 2/3 occupa circa due terzi della larghezza della plancia, lasciando uno spazio laterale per elementi fisici o finiture estetiche. Questa configurazione permette di combinare un'ampia area digitale per infotainment, navigazione e controllo dei sistemi del veicolo con una parte "di respiro" che può ospitare bocchette dell'aria, vani portaoggetti o dettagli materici. Il display può essere leggermente curvo o piatto e mantiene una leggibilità ottimale per il guidatore e il passeggero, bilanciando immersione digitale e funzionalità tradizionale.

Funzionalità:

La scelta di limitare lo schermo a 2/3 della plancia nasce dall'esigenza di bilanciare ergonomia, visibilità e design estetico. Un'area digitale più ampia permette di visualizzare informazioni complesse in modo chiaro e immediato, mentre lo spazio residuo preserva elementi fisici di controllo o dettagli tattili, evitando un eccessivo senso di "schermo dominante". Questo approccio favorisce un'interazione intuitiva, riduce il rischio di affaticamento visivo e contribuisce a un design armonico del cockpit, integrando tecnologia e materiali tradizionali in un'unica esperienza di guida.



Figura 3.100
Fotografia della plancia della Mercedes modello "EQS"

Figura 3.101
Fotografia della plancia della Audi modello "RS7"



2.5.4 Futur trends

Gli schermi dei sistemi di infotainment stanno diventando il vero cuore digitale dell'abitacolo, trasformando radicalmente il modo in cui guidatore e passeggeri interagiscono con il veicolo. La loro evoluzione non riguarda solo le dimensioni e la risoluzione, ma soprattutto la disposizione, l'integrazione e la modulabilità all'interno della plancia. I concept più avanzati mostrano soluzioni in cui il display si estende in maniera continua lungo la plancia, creando un effetto panoramico e uniforme che ingloba cruscotto, infotainment centrale e, talvolta, la postazione del passeggero. Questa architettura consente di raggruppare le informazioni in un'unica interfaccia, facilmente personalizzabile secondo le esigenze di chi guida o di chi viaggia, garantendo una fruizione più intuitiva e immersiva.

L'integrazione con il parabrezza tramite sistemi di proiezione HUD o display olografici rappresenta un'ulteriore evoluzione,

poiché permette di visualizzare informazioni essenziali direttamente nel campo visivo del conducente, riducendo la necessità di distogliere lo sguardo dallo scenario esterno. Parallelamente, si sta sviluppando l'uso di interfacce adattive e retrattili, che appaiono solo quando necessario, conferendo alla plancia un aspetto più minimalista e ordinato. In questo modo, lo schermo diventa non solo uno strumento informativo, ma un vero elemento architettonico e multisensoriale, capace di influenzare percezione dello spazio, comfort e benessere all'interno dell'abitacolo.

I display dei sistemi di infotainment del futuro si configurano quindi come elementi dinamici e centrali dell'architettura interna, dove la tecnologia e il design si fondono per creare un'esperienza utente fluida, immersiva e personalizzata, in cui estetica, ergonomia e funzionalità convivono armonicamente.

Figura 3.101
Fotografia della plancia della concept car
BMW modello "Vision NEXT 100"



2.5.4 Futur trends

Byton M-Byte

Display panoramico come nuova architettura della plancia

Il maxi schermo panoramico della Byton M-Byte, esteso per quasi tutta la larghezza della plancia, introduce un cambio di paradigma nel progetto dell'infotainment. Il display non è più un elemento aggiunto, ma diventa l'elemento strutturante dell'intera architettura della plancia, influenzando layout, materiali e organizzazione delle funzioni.

Questo approccio anticipa un futuro in cui la plancia viene progettata come superficie informativa continua, capace di integrare dati di guida, navigazione e contenuti multimediali in modo fluido e modulare, superando la separazione tradizionale tra strumentazione e infotainment.

Infotainment multi-utente e distribuzione dei ruoli

La Byton M-Byte propone un sistema infotainment pensato per più utenti contemporaneamente, con schermi e interfacce dedicate al conducente e ai passeggeri. Questa impostazione introduce il concetto di distribuzione dei ruoli digitali all'interno dell'abitacolo: il conducente mantiene il controllo delle informazioni essenziali alla guida, mentre i passeggeri accedono a contenuti di intrattenimento e servizi personalizzati.



Figura 3.102
Fotografia della plancia della concept car
Byton modello "M-Byte"

Interazione multimodale e riduzione del carico cognitivo

Il sistema della M-Byte integra diverse modalità di interazione: touch, comandi vocali, gesture e riconoscimento dell'utente. Questa molteplicità di input anticipa un futuro in cui l'infotainment non si basa su un solo canale di controllo, ma combina più modalità per rendere l'interazione più naturale e meno invasiva. Dal punto di vista del design HMI, questo trend mira a ridurre il carico cognitivo del conducente, permettendo di scegliere l'interazione più adatta al contesto di guida e aumentando sicurezza e comfort.

Auto come piattaforma digitale e ambiente connesso

La filosofia di Byton trasforma l'infotainment in un vero e proprio hub digitale, simile a uno smart device integrato nel veicolo. Connettività avanzata, servizi cloud, applicazioni e contenuti multimediali fanno dell'auto un ambiente connesso e aggiornabile nel tempo. Questo trend suggerisce un futuro in cui l'infotainment non è più un sistema chiuso, ma una piattaforma aperta e in evoluzione, capace di accompagnare l'utente anche oltre l'esperienza di guida, rafforzando il legame tra veicolo, digitale e stile di vita.

2.5.4 Futur trends

Audi Active Sphereenne

Plancia trasformabile e scomparsa dell'infotainment tradizionale

Nel concept Audi Activesphere l'infotainment non è più concentrato in schermi fisici permanenti, ma scompare visivamente quando non necessario, lasciando spazio a una plancia pulita e materica. Le informazioni digitali vengono proiettate tramite realtà aumentata direttamente nel campo visivo dell'utente.

Questo approccio introduce un futuro in cui la plancia non è più definita dalla presenza di display, ma da una architettura flessibile, capace di passare da ambiente analogico a digitale in base al contesto di utilizzo e alle esigenze del conducente.

Realtà aumentata come interfaccia principale

L'Activesphere utilizza la mixed reality come principale sistema di infotainment e visualizzazione delle informazioni. Navigazione, dati di guida e contenuti digitali vengono sovrapposti allo spazio reale, eliminando la necessità di distogliere lo sguardo verso schermi tradizionali. Questo trend anticipa un futuro in cui l'infotainment diventa spaziale e immersivo, migliorando la sicurezza e riducendo il carico cognitivo del conducente, grazie a una distribuzione delle informazioni più naturale e contestuale.



Figura 3.103; Figura 3.104
Rappresentazione della plancia della
concept car
Audi modello "Sphereenne"

Plancia trasformabile e scomparsa dell'infotainment tradizionale

Il concept propone un'interazione basata su gesture, movimenti delle mani e comandi intuitivi, senza l'uso diretto di superfici touch. L'utente interagisce con l'infotainment attraverso gesti nello spazio, riconosciuti e interpretati dal sistema.

Questo trend indica una direzione progettuale verso HMI meno invasive, dove il controllo dei sistemi avviene in modo fluido e naturale, riducendo la complessità dell'interfaccia e favorendo un'esperienza di guida più concentrata e sicura.

Infotainment adattivo e centrato sull'esperienza

Nell'Activesphere l'infotainment non è statico, ma si adatta al contesto, al tipo di guida e alla modalità d'uso del veicolo (on-road, off-road, relax). Le informazioni vengono mostrate solo quando rilevanti, mentre l'ambiente digitale si ritrae quando non necessario.

Questo approccio rappresenta un futuro in cui l'infotainment diventa esperienza adattiva, capace di bilanciare tecnologia, benessere e controllo, trasformando l'abitacolo in uno spazio intelligente che risponde attivamente al comportamento dell'utente.

2.5.4 Futur trends

Italdesign Quintaessenza

Infotainment come spazio ibrido tra digitale e fisico

Nella Italdesign Quintessenza l'infotainment non è concentrato in un unico schermo centrale, ma si distribuisce tra superfici digitali, elementi fisici e ambiente abitacolo. Il sistema informativo dialoga con materiali, luci e forme, creando un'esperienza che va oltre il concetto tradizionale di display.

Questo approccio anticipa un futuro in cui l'infotainment diventa parte integrante dell'architettura dell'interno, fondendosi con il design della plancia e contribuendo alla percezione di uno spazio fluido e continuo.

Centralità dell'esperienza e non del display

La Quintessenza sposta l'attenzione dal dispositivo all'esperienza dell'utente. Le informazioni non dominano visivamente l'abitacolo, ma emergono solo quando necessarie, lasciando spazio a una fruizione più rilassata e consapevole dello spazio interno.

Questo trend indica un futuro in cui l'infotainment è meno invasivo, progettato per supportare l'utente senza sovraccaricarlo, favorendo benessere, comfort e concentrazione durante la guida.



Figura 3.105; Figura 3.106
Rappresentazione della plancia della
concept car
Italdesign modello "Quintaessenza"

Infotainment adattivo e scenari d'uso multipli

Il concept è pensato per adattarsi a diversi scenari d'uso, come guida dinamica, viaggio rilassato o momenti di sosta. L'infotainment modifica la propria presenza, il tipo di informazioni mostrate e il livello di interazione in base al contesto.

Questo suggerisce un futuro in cui i sistemi HMI diventano intelligenti e contestuali, capaci di interpretare il comportamento dell'utente e di rispondere in modo coerente alle diverse modalità di utilizzo del veicolo.

2.5.4 Futur trends

Aston Martin Valkyrie

Infotainment ridotto all'essenziale

Nella Aston Martin Valkyrie il sistema di infotainment è volutamente minimizzato, ridotto alle sole informazioni indispensabili alla guida. La plancia elimina qualsiasi elemento superfluo, privilegiando un'interfaccia funzionale, diretta e orientata alla performance. Questo approccio rappresenta un trend futuro in cui, soprattutto nei veicoli ad alte prestazioni, l'infotainment non è sinonimo di complessità tecnologica, ma di chiarezza, immediatezza e concentrazione sul controllo del veicolo.

Display come strumento tecnico e non decorativo

Il display della Valkyrie assume il ruolo di strumento tecnico, più vicino a una strumentazione da competizione che a un sistema multimediale tradizionale. Le informazioni sono presentate in modo sintetico e leggibile, con una grafica orientata alla rapidità di lettura e all'efficienza. Questo trend suggerisce un futuro in cui l'infotainment, in determinati segmenti, torna a essere funzionale e performativo, rinunciando all'estetica superflua per massimizzare l'efficacia comunicativa.



Figura 3.107
Rappresentazione della plancia della hyper car Aston Martin modello "Valkyrie"

Integrazione totale tra HMI e architettura del cockpit

Nella Valkyrie il sistema informativo è completamente integrato nell'architettura del cockpit, senza elementi emergenti o separati. Display, comandi e superfici dialogano direttamente con la struttura dell'abitacolo, creando un ambiente compatto e coerente. Questo anticipa un futuro in cui l'infotainment viene progettato insieme alla struttura del veicolo, diventando parte dell'identità tecnica ed estetica del cockpit.

Esperienza driver-centric e orientata alla guida pura

L'infotainment della Valkyrie è progettato esclusivamente per il conducente, senza concessioni al comfort dei passeggeri o all'intrattenimento. Tutto è orientato a supportare la guida pura, mantenendo l'attenzione sul veicolo e sulla strada. Questo trend indica una direzione progettuale in cui, accanto a infotainment complessi e condivisi, continueranno a esistere interfacce radicalmente driver-centric, pensate per utenti esperti e contesti di utilizzo estremi.

**Informazione da
normativa**

3.6.2 Definizione

Il tachimetro è lo strumento principale della plancia, progettato per fornire al guidatore direttive immediate, la sua funzione primaria è garantire la sicurezza stradale, aiutando l'utente a rispettare i limiti di velocità e di saper gestire la guida alle condizioni del traffico e della strada. Tradizionalmente, la strumentazione è costituita da un quadrante analogico con una lancetta, ma grazie allo sviluppo tecnologico, negli ultimi anni le soluzioni si possono presentare in diverse soluzioni e che hanno permesso una maggiore personalizzazione e integrazione con altri sistemi di informazione del veicolo

Oltre alla velocità, gli indicatori moderni possono includere informazioni aggiuntive come il numero di giri del motore (contagiri), lo stato della batteria o del carburante, la temperatura del motore e altre spie di sicurezza. Inoltre l'integrazione con i sistemi di infotainment e i display digitali consentono di mostrare avvisi di manutenzione, sistema di guida selezionata e, indicazioni di navigazione, migliorando la consapevolezza del guidatore e riducendo le distrazioni.

Il design dei sistemi di informazione è stu-

diato con particolare attenzione all'ergonomia e alla leggibilità tanto che fanno riferimento a normative specifiche come UNI EN ISO 15008 e la ISO 451. Le informazioni come numeri e le lancette devono essere facilmente leggibili con un colpo d'occhio, il contrasto dei colori deve evidenziare immediatamente gli stati di allarme o attenzione, e la disposizione delle informazioni deve rispettare principi di gerarchia visiva che aiutino il guidatore a interpretare rapidamente i dati (Kindelsberger et al., 2018). In alcuni veicoli, il tachimetro è integrato con un head-up display (HUD) che proietta la velocità sul parabrezza, consentendo di mantenere lo sguardo sulla strada.

Oggi, i tachimetri sono anche strumenti di design e comunicazione tecnologica. Le case automobilistiche li personalizzano per esprimere l'identità del veicolo, differenziando stili analogici, digitali o futuristici, spesso combinando estetica, ergonomia e funzionalità. In questo senso, il tachimetro non è più solo uno strumento tecnico, ma diventa un elemento centrale della plancia, contribuendo sia alla sicurezza che all'esperienza di guida complessiva.

rabrezza, consentendo di mantenere lo sguardo sulla strada. Oggi, i tachimetri sono anche elementi nel campo della progettazione e comunicazione tecnologica. Le case automobilistiche cercano ogni volta anche in modo maniacale una personalizzazione, per esprimere l'identità del veicolo, differenziando stili analogici, digitali o futuristici, spesso combinando estetica, ergonomia e funzionalità. Evidenziando l'ultimo punto, il tachimetro non è più considerato uno strumento tecnico, ma diventa un elemento centrale della plancia, contribuendo a diversi fattori che sono sia alla sicurezza che all'esperienza di guida complessiva.



Figura 3.108
Dettaglio fotografico del contakilometri,
dell'auto Mazda modello "mx5"

Sistema analogico

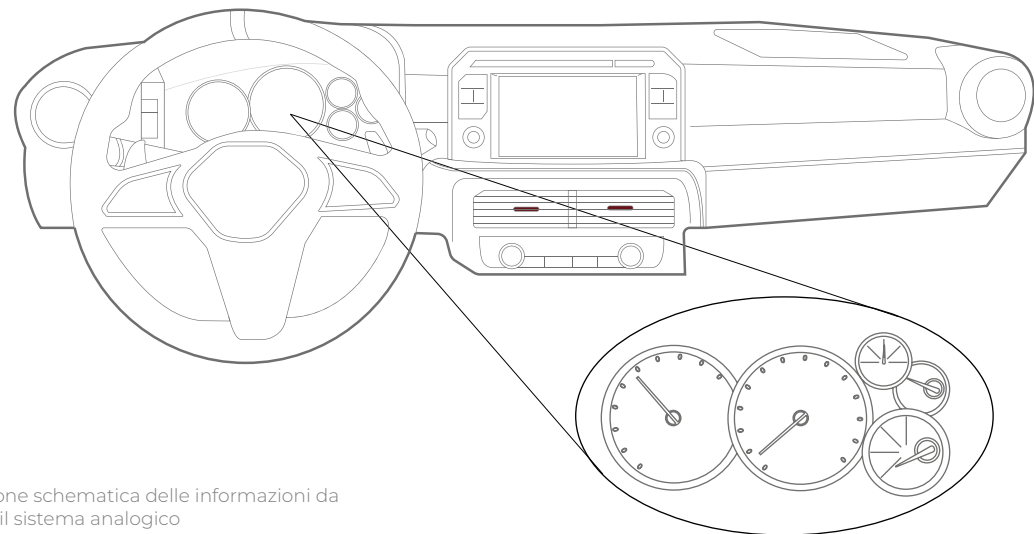


Figura 3.109
Rappresentazione schematica delle informazioni da normativa con il sistema analogico

Descrizione:

Il tachimetro analogico è il modello tradizionale di indicatore della velocità nei veicoli, utilizzato diffusamente dal primo Novecento fino all'introduzione dei sistemi digitali. Il suo funzionamento si basa su un meccanismo elettromeccanico che converte il movimento rotatorio della trasmissione in un'indicazione visiva su un quadrante. Il risultato è lo spostamento della lancetta su una scala graduata, generalmente espressa in chilometri orari o miglia orarie. Questo sistema, sebbene soggetto a un margine d'errore, ha garantito per decenni robustezza, semplicità costruttiva e affidabilità, diventando un elemento iconico della plancia automobilistica.

Funzionalità:

La funzione primaria del tachimetro è fornire al conducente un'indicazione chiara e immediata della velocità del veicolo. Questo dato è essenziale sia per la sicurezza stradale, poiché consente di rispettare i limiti di velocità, sia per l'ergonomia della guida, permettendo al conducente di adattare il proprio comportamento alle condizioni del traffico e della strada. Nei sistemi analogici, la disposizione grafica del quadrante e la chiarezza della scala numerica sono stati progettati per garantire leggibilità istantanea, riducendo al minimo la distrazione. Oltre alla funzione tecnica, il tachimetro ha svolto anche un ruolo simbolico, rappresentando per decenni l'elemento centrale del cruscotto e contribuendo all'identità visiva e al linguaggio estetico dei veicoli.

Figura 3.110
Dettaglio fotografico, delle informazioni da normative della Ford modello "Mustang"



Figura 3.111
Dettaglio fotografico, delle informazioni da normative della Mercedes modello "SL 320"

Digitale LCD/TFT base

Figura 3.113
Dettaglio fotografico, delle informazioni da normativa della Renault modello "Clio"

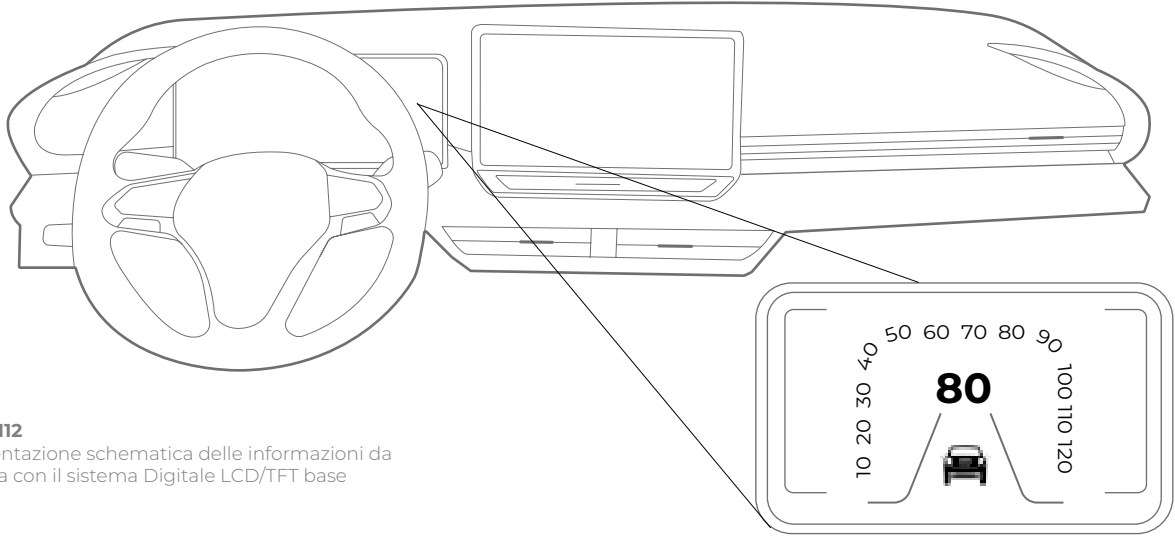


Figura 3.112
Rappresentazione schematica delle informazioni da normativa con il sistema Digitale LCD/TFT base

Descrizione:

Il tachimetro ibrido-analogico è una soluzione intermedia che combina la lancetta tradizionale con display digitali integrati, solitamente al centro o ai lati del quadrante. Questa configurazione mantiene la forma circolare e l'estetica familiare dell'analogico, ma introduce elementi grafici dinamici tipici del digitale. Schermi LCD o TFT forniscono informazioni aggiuntive, come consumi istantanei, autonomia residua, messaggi di sicurezza e indicazioni di navigazione. Dal punto di vista visivo, il design ibrido unisce retroilluminazione, texture classiche e animazioni moderne, rappresentando una sintesi tra tradizione e innovazione.

Funzionalità:

La funzione principale del tachimetro ibrido-analogico è garantire al conducente una lettura chiara e immediata della velocità, mantenendo la semplicità e l'affidabilità del sistema a lancetta. Allo stesso tempo, l'integrazione digitale amplia le possibilità comunicative della plancia: il display permette di personalizzare le informazioni visualizzate, adattandole alle esigenze di guida quotidiana o a situazioni specifiche come viaggi lunghi o percorsi urbani. In questo modo il tachimetro ibrido migliora la sicurezza, riduce la necessità di distogliere lo sguardo dalla strada e offre una transizione graduale verso i cockpit completamente digitali.



Full Digital Cockpit

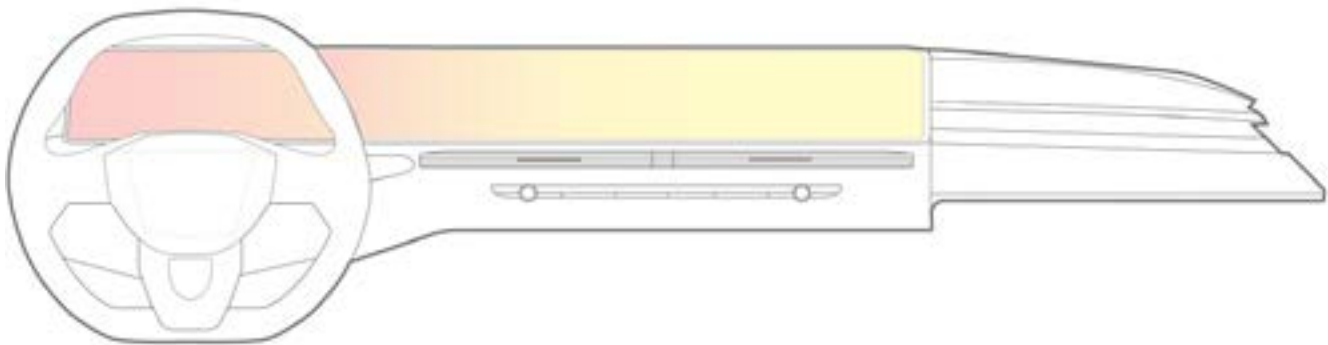


Figura 3.114
Rappresentazione schematica delle informazioni da normativa con il sistema Full digital cockpit

Descrizione:

Il tachimetro HUD (Head-Up Display) è un sistema che proietta le informazioni principali sul parabrezza del veicolo, direttamente nel campo visivo del guidatore. A differenza dei tachimetri tradizionali o digitali full cockpit, l'HUD non richiede che l'automobilista distolga lo sguardo dalla strada per leggere la velocità. I dati visualizzati includono tipicamente la velocità istantanea, avvisi di sicurezza, indicazioni di navigazione e, in alcuni casi, informazioni sullo stato del veicolo. La grafica è generalmente semplice e contrastata, pensata per garantire leggibilità immediata in diverse condizioni di luce.

Funzionalità:

La funzione principale del tachimetro HUD è migliorare la sicurezza e la comodità del guidatore, fornendo indicazioni essenziali direttamente nel suo campo visivo. La velocità è sempre visibile senza dover guardare la plancia, riducendo i tempi di reazione e le distrazioni. Alcuni sistemi HUD integrano anche alert visivi per limiti di velocità, curve pericolose o ostacoli, facilitando decisioni rapide e sicure. In sintesi, il tachimetro HUD unisce funzionalità di monitoraggio della velocità con ergonomia e sicurezza, anticipando le informazioni necessarie per una guida più consapevole.



Figura 3.115
Dettaglio fotografico, delle informazioni da normativa della Cadillac modello "Lyric"



Figura 3.116
Dettaglio fotografico, delle informazioni da normativa dell'Audi modello "RS7"

Head-Up Display

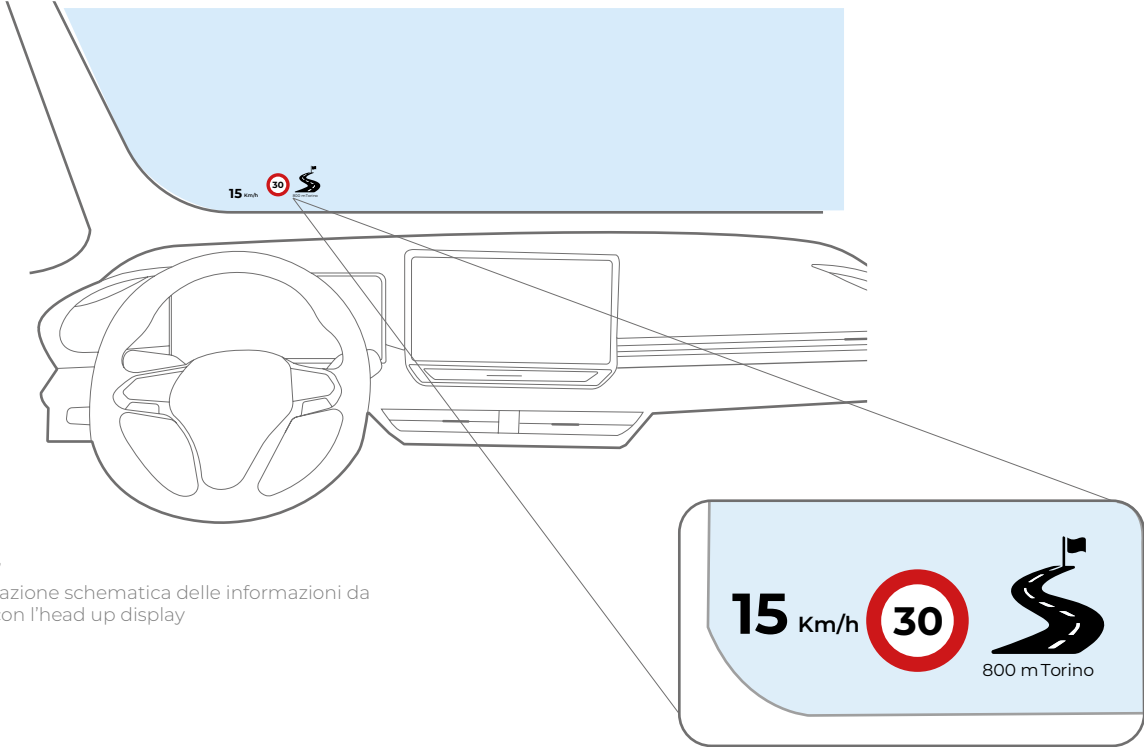


Figura 3.117
Rappresentazione schematica delle informazioni da normativa con l'head up display

Descrizione:

Il tachimetro full digital rappresenta l'evoluzione più avanzata della strumentazione automobilistica. Interamente basato su schermi LCD o OLED di grandi dimensioni, spesso curvi o panoramici, sostituisce completamente gli strumenti analogici tradizionali. La grafica è completamente personalizzabile, con temi sportivi, eco o minimalisti, e può adattarsi alle modalità di guida scelte. Inoltre, la tecnologia dei cockpit digitali consente animazioni fluide, layout dinamici e integrazione con sistemi avanzati di assistenza alla guida (ADAS), creando un'esperienza immersiva e futuristica per il conducente.

Funzionalità:

La funzione principale del tachimetro full digital è fornire informazioni complete, chiare e immediatamente leggibili sulla velocità e sullo stato del veicolo, ottimizzando al contempo la sicurezza e il comfort del guidatore. La capacità di integrare dati provenienti da più sistemi (navigazione, energia, assistenza alla guida, infotainment) permette di ridurre le distrazioni, raggruppando tutte le informazioni utili in un'unica interfaccia. I cockpit digitali offrono inoltre la possibilità di personalizzare il layout in base alle preferenze del conducente, rendendo il cruscotto più intuitivo e adattivo, e favorendo una guida più consapevole, ergonomica e immersiva.

Figura 3.118; Figura 3.119
Esempi di applicazione del sistema Head Up Display



Ricarica
smartphone

3.6.2 Definizione

Il sistema di ricarica smartphone integrato nella plancia è un dispositivo progettato per fornire energia ai telefoni cellulari durante l'utilizzo del veicolo, attraverso tecnologie cablate o wireless pienamente integrate nell'architettura interna. Si configura come un'interfaccia funzionale che mette in relazione il veicolo con il dispositivo personale dell'utente, garantendo continuità operativa per navigazione, comunicazione e sincronizzazione con l'infotainment, riducendo al minimo distrazioni e ingombri. Dal punto di vista progettuale, comprende un alloggiamento fisico dedicato, generalmente caratterizzato da materiali antiscivolo e geometrie che impediscono lo spostamento del dispositivo in accelerazione o frenata,

e un sistema elettrico basato su porte USB, connettori USB-C Power Delivery o moduli di ricarica induttiva conformi allo standard Qi. Il componente incorpora inoltre soluzioni di gestione termica per prevenire surriscaldamenti e funzioni HMI che permettono al conducente di percepire immediatamente lo stato di ricarica attraverso segnali visivi o notifiche integrate nell'infotainment. L'intero sistema è sviluppato secondo criteri di ergonomia, sicurezza d'uso, accessibilità e minimizzazione dell'overload cognitivo, in modo che l'utente possa collocare, recuperare e utilizzare il proprio smartphone in maniera intuitiva e sicura, senza interferire con la guida.

Figura 3.120
Fotografia allegorica per il sistema di ricarica



Ricarica cablata

Descrizione:

La ricarica via cavo integrata nella plancia consiste in un sistema fisico-elettrico progettato per permettere l'alimentazione diretta dello smartphone tramite connessioni cablate, generalmente USB-A o USB-C, a seconda del livello tecnologico del veicolo. Questo componente si inserisce all'interno dell'architettura della console centrale o dei vani dedicati, dove la progettazione formale e la disposizione del connettore sono studiate per minimizzare l'ingombro e garantire un inserimento intuitivo del cavo. La soluzione cablata assicura una trasmissione di energia stabile e continua, riducendo le dispersioni tipiche della ricarica induttiva e garantendo tempi di ricarica più rapidi e affidabili.

Funzionalità:

La funzionalità principale della ricarica via cavo è quella di fornire un trasferimento di energia rapido, stabile e sicuro tra il veicolo e lo smartphone, sfruttando protocolli come USB Power Delivery o Quick Charge, capaci di modulare in modo intelligente potenza, voltaggio e temperatura. Oltre all'alimentazione, la connessione cablata svolge un ruolo strategico nell'integrazione digitale, poiché consente la trasmissione dati necessaria per sistemi come Apple CarPlay, Android Auto o aggiornamenti software del dispositivo. L'interfaccia fisica tra cavo e connettore permette inoltre un controllo preciso della ricarica, con riduzione del rischio di interferenze o interruzioni durante la guida.

Figura 3.121
Fotografia della plancia di un modello della Volkswagen modello "T-ROC"



Figura 3.122
Dettaglio della presa di ricarica USB di tipo B

Ricarica conduttiva

Descrizione:

La ricarica induttiva integrata nella plancia è un sistema che consente di trasferire energia allo smartphone senza l'utilizzo di connessioni fisiche, sfruttando principi elettromagnetici e tecnologie conformi allo standard Qi. Il componente è generalmente costituito da una superficie di appoggio o da un vano dedicato, progettato con materiali antiscivolo e geometrie che guidano il corretto posizionamento del dispositivo, garantendo la stabilità anche durante manovre dinamiche del veicolo. All'interno della struttura è presente una bobina trasmittente che, alimentata dal sistema elettrico dell'auto, genera il campo magnetico necessario all'accoppiamento con la bobina ricevente del telefono.

Funzionalità:

La funzionalità primaria della ricarica induttiva è quella di fornire un'alimentazione energetica continua allo smartphone semplicemente appoggiandolo sulla superficie designata, riducendo la necessità di operazioni manuali e migliorando la fluidità dell'esperienza d'uso. Il sistema modula la potenza trasmessa in base allo standard Qi, monitorando costantemente temperatura e allineamento per garantire un processo di ricarica sicuro ed efficiente. Oltre alla comodità d'uso, questa tecnologia contribuisce all'ergonomia e alla sicurezza, poiché evita al conducente di manipolare cavi durante la guida e riduce la possibilità di distrazioni.

Figura 3.123
Fotografia della plancia di un modello della Tesla modello "Model Y"



Figura 3.124
Dettaglio della ricarica ad induzione

Sistemi di controllo

3.7.2 Definizione

I sistemi di controllo nella plancia automobilistica rappresentano l'insieme dei dispositivi attraverso cui il guidatore e i passeggeri attivano, regolano e gestiscono le funzioni del veicolo e dell'infotainment. Essi costituiscono il punto di contatto primario dell'HMI e svolgono un ruolo decisivo nella traduzione dell'intenzione dell'utente in un'azione comprensibile dalla macchina. All'interno di questa categoria rientrano le rotelle e le manopole, i tasti fisici e le superfici touchscreen, considerati come differenti modalità di input che rispondono a specifiche esigenze di ergonomia, percezione e sicurezza. Le rotelle forniscono un controllo analogico progressivo accompagnato da un feedback tattile stabile, che consente rego-

lazioni precise come volume o climatizzazione riducendo la necessità di distogliere lo sguardo dalla strada. I tasti fisici offrono invece un'azione discreta, immediata e confermata da una risposta meccanica chiara, risultando essenziali per comandi rapidi e di sicurezza. Le interfacce touchscreen, infine, introducono una dimensione digitale e adattiva, capace di integrare numerose funzioni in uno spazio ridotto e modificabile, ma richiedono un maggiore carico visivo e attentivo. Considerati nel loro insieme, questi sistemi definiscono l'architettura operativa della plancia, influenzando in modo diretto l'usabilità complessiva, la continuità cognitiva del gesto, la percezione di qualità e l'esperienza di guida.

Figura 3.125
Dettaglio di una manopola di controllo



Tasti fisici

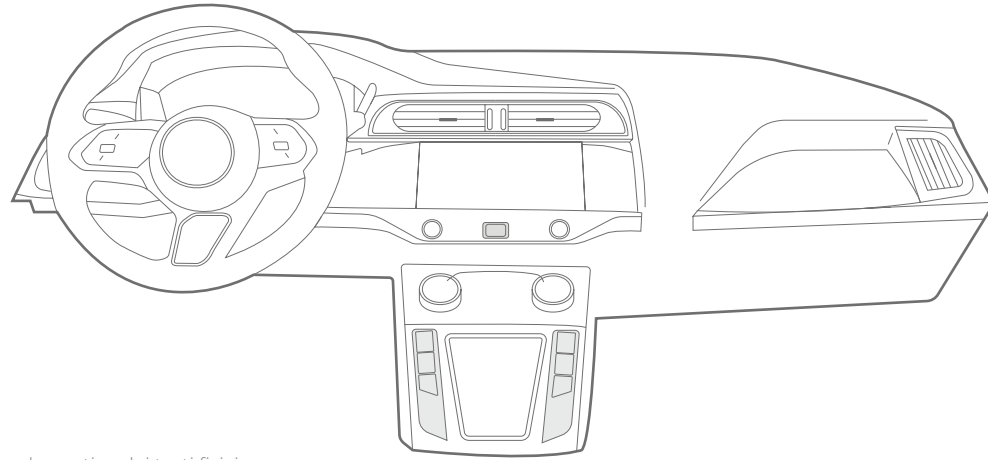


Figura 3.126
Rappresentazione schematica dei tasti fisici

Descrizione:

I sistemi di controllo all'interno della plancia automobilistica comprendono l'insieme dei dispositivi che permettono l'interazione diretta tra utente e veicolo. Essi includono elementi fisici come rotelle, manopole e tasti, insieme a superfici digitali come touchscreen e pannelli capacitivi. Dal punto di vista formale rappresentano un continuum tra analogico e digitale: da un lato conservano componenti tattili, solidi e materializzati, dall'altro integrano superfici dinamiche e sensibili al tocco che possono modificare la propria interfaccia in funzione del contesto. La loro presenza definisce la "grammatica" dell'HMI, ovvero l'insieme dei segnali visivi e tattili che guidano l'utente nell'interpretazione delle funzioni di bordo, e concorre alla percezione complessiva di ordine, chiarezza e qualità del design interno.

Funzionalità:

La funzionalità dei sistemi di controllo riguarda il modo in cui questi dispositivi traducono l'intenzione operativa dell'utente in un comando effettivo per il veicolo. Le rotelle consentono regolazioni continue e precise, utili per funzioni che richiedono finezza e modulazione; i tasti offrono attivazioni rapide e discrete, ideali per operazioni immediate e di sicurezza; i touchscreen permettono la gestione di funzioni complesse attraverso interfacce flessibili e contestuali. Questi tre livelli di interazione cooperano nel definire l'efficienza d'uso, riducendo il carico cognitivo e garantendo un comportamento prevedibile del sistema. In questo senso, la qualità funzionale dei controlli non dipende solo dalla tecnologia adottata, ma dal modo in cui essi supportano continuità, precisione e sicurezza durante la guida.



Figura 3.127
Fotografia della plancia della BMW modello "X5"

Tasti a rotelle

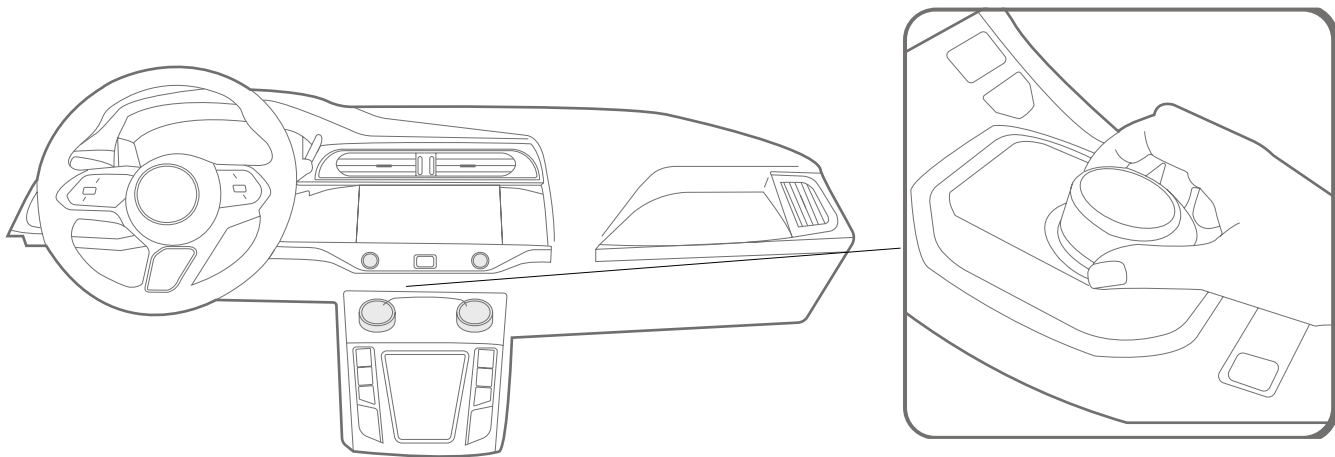


Figura 3.128
Rappresentazione schematica dei tasti a rotelle

Descrizione:

I sistemi di controllo all'interno della plancia automobilistica comprendono l'insieme dei dispositivi che permettono l'interazione diretta tra utente e veicolo. Essi includono elementi fisici come rotelle, manopole e tasti, insieme a superfici digitali come touchscreen e pannelli capacitivi. Dal punto di vista formale rappresentano un continuum tra analogico e digitale: da un lato conservano componenti tattili, solidi e materializzati, dall'altro integrano superfici dinamiche e sensibili al tocco che possono modificare la propria interfaccia in funzione del contesto. La loro presenza definisce la "grammatica" dell'HMI, ovvero l'insieme dei segnali visivi e tattili che guidano l'utente nell'interpretazione delle funzioni di bordo, e concorre alla percezione complessiva di ordine, chiarezza e qualità del design interno.

Funzionalità:

La funzionalità dei sistemi di controllo riguarda il modo in cui questi dispositivi traducono l'intenzione operativa dell'utente in un comando effettivo per il veicolo. Le rotelle consentono regolazioni continue e precise, utili per funzioni che richiedono finezza e modulazione; i tasti offrono attivazioni rapide e discrete, ideali per operazioni immediate e di sicurezza; i touchscreen permettono la gestione di funzioni complesse attraverso interfacce flessibili e contestuali. Questi tre livelli di interazione cooperano nel definire l'efficienza d'uso, riducendo il carico cognitivo e garantendo un comportamento prevedibile del sistema. In questo senso, la qualità funzionale dei controlli non dipende solo dalla tecnologia adottata, ma dal modo in cui essi supportano continuità, precisione e sicurezza durante la guida.

Figura 3.129
Fotografia della plancia della Renault modello "Clio"



Figura 3.130
Fotografia della plancia della Mercedes modello "Classe A"

Touchscreen

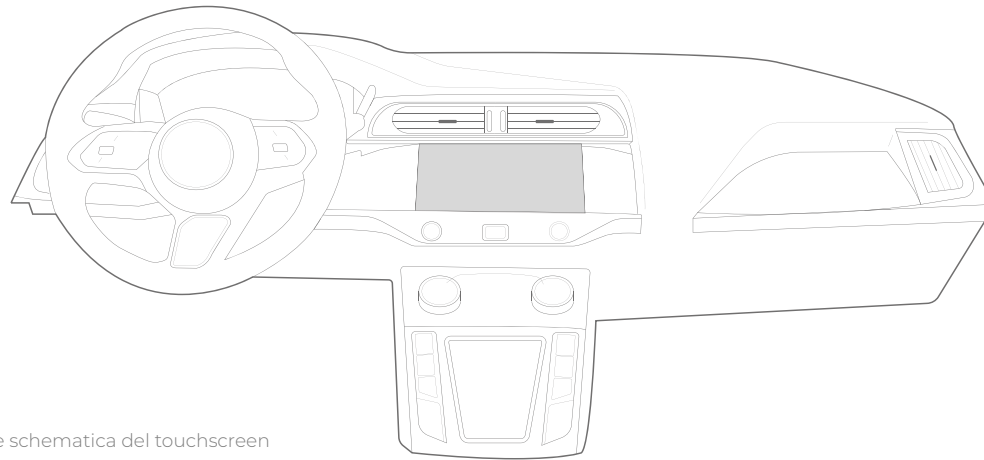


Figura 3.131
Rappresentazione schematica del touchscreen

Descrizione:

Il touchscreen è un sistema di controllo digitale basato su una superficie sensibile al tocco che integra allo stesso tempo funzione di input e di output visivo. A differenza dei controlli fisici, il touchscreen non presenta parti meccaniche in rilievo: si configura come un piano continuo, spesso in vetro o materiali compositi, che può modificare dinamicamente la propria interfaccia in base al contesto d'uso. La sua presenza nella plancia introduce un linguaggio formale minimale e bidimensionale, caratterizzato da icone, layout grafici e elementi di navigazione che sostituiscono la tridimensionalità dei comandi tradizionali. Dal punto di vista estetico e percettivo, il touchscreen rappresenta la transizione verso un HMI più digitale, adattivo e visivamente integrato, diventando un elemento centrale nei veicoli contemporanei e in particolare nei veicoli elettrici.

Funzionalità:

Dal punto di vista funzionale, il touchscreen permette di concentrare un'ampia quantità di comandi in un'unica superficie, rendendo l'interfaccia configurabile e capace di adattarsi alle esigenze del momento. La sua versatilità consente di gestire funzioni complesse attraverso menù, gesture e interazioni multilivello, superando i limiti fisici dei tasti tradizionali. Tuttavia, l'assenza di feedback tattile richiede una maggiore attenzione visiva da parte dell'utente, aumentando il carico cognitivo durante la guida. Per ridurre questo limite, molti sistemi integrano feedback aptico, zone sensibili più ampie e interfacce semplificate in movimento. In generale, la funzionalità del touchscreen si basa sulla sinergia tra architettura dell'informazione, chiarezza grafica e fluidità dell'interazione, trasformandolo in uno strumento centrale per la gestione dell'infotainment e dei sistemi veicolo nei modelli moderni.



Figura 3.132
Fotografia della plancia della
BYD modello "Seal U"

3.7.3 Futur trends

DS Aero Sport Lounge

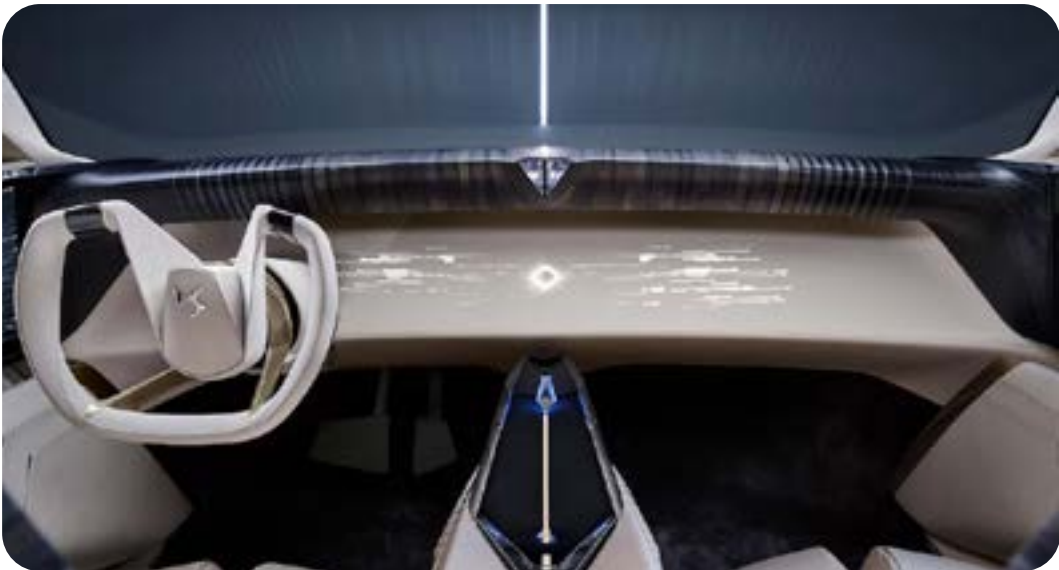
Interazione gestuale contactless tridimensionale

Il sistema Ultraleap permette il controllo delle funzioni tramite movimenti naturali della mano nello spazio 3D, senza contatto fisico con superfici. Sensori ottici a infrarossi tracciano posizione, orientamento e configurazione delle dita in tempo reale, trasformando i gesti in input digitali. Questo consente un'interazione più fluida rispetto al touch tradizionale, eliminando la necessità di pulsanti o schermi tattili e riducendo l'affollamento fisico della plancia.

Feedback aptico a mezz'aria (Mid-Air Haptics)

Una delle caratteristiche distintive è la capacità di generare sensazioni tattili percepibili sulla pelle senza contatto, tramite ultrasuoni focalizzati. L'utente "sente" un punto, uno slider o una conferma direttamente nell'aria. Questo feedback compensa la mancanza di superficie fisica, migliorando precisione, conferma dell'azione e sicurezza d'uso in ambito automotive, dove il guidatore non può distogliere lo sguardo a lungo.

Figura 3.133; Figura 3.134
Rappresentazione della plancia concept car DS modello "Aereo Sports Lounge"



Riduzione del carico visivo e cognitivo

Il sistema è progettato per supportare gesti semplici, memorabili e coerenti con il movimento naturale della mano (pinch, swipe, tap nell'aria). Questo riduce il tempo di ricerca visiva sul display e abbassa il carico cognitivo rispetto a menu profondi o interfacce complesse. In un contesto di guida, la possibilità di eseguire comandi "a memoria muscolare" migliora l'ergonomia e contribuisce alla sicurezza.

Libertà progettuale per il design della plancia

Eliminando componenti fisici come tasti, manopole e superfici touch obbligatorie, Ultraleap offre una maggiore libertà formale e materica nella progettazione della plancia. Le superfici possono diventare continue, morbide o realizzate con materiali non tecnici (tessuti, legno, compositi), perché l'interazione non richiede punti di contatto. Questo favorisce un approccio più integrato tra tecnologia, estetica e benessere sensoriale dell'abitacolo.

Contenitori
oggetti

3.8.2 Definizione

Il vano portaoggetti, comunemente chiamato glove box, è uno degli elementi più longevi e riconoscibili della plancia. Si configura come uno spazio contenitivo integrato nella parte frontale del cruscotto, generalmente in corrispondenza del passeggero anteriore. La sua funzione principale è offrire un deposito protetto e facilmente accessibile per documenti, manuali, piccoli dispositivi e oggetti personali, contribuendo all'ordine visivo dell'abitacolo. Nel tempo, la sua progettazione ha incorporato aspetti ergonomici, sicurezza di ritenzione, materiali

coordinati con gli interni e, in alcuni casi, funzioni aggiuntive come illuminazione interna, serrature, refrigerazione e configurazioni modulari. La qualità percettiva del glove box, così come la fluidità del suo movimento di apertura, è spesso utilizzata come parametro di valutazione del livello di cura e di raffinatezza di un interno automobilistico. Nella progettazione contemporanea, il vano portaoggetti diventa un nodo della "micro-architettura" della plancia: un oggetto radicato nella tradizione, ma costantemente reinterpretato in chiave estetica e funzionale.



Figura 3.135
Immagine di riferimento per il contenimento di oggetti

Vano portaoggetti a ribalta

Descrizione:

Il vano a ribalta della Golf 8 rappresenta la forma più consolidata del glove box contemporaneo. Integrato nella fascia inferiore della plancia, si presenta con uno sportello perfettamente allineato alle superfici circostanti, privo di interruzioni visive marcate. Il movimento dell'apertura è fluido e progressivo, grazie al sistema di smorzamento che evita cadute improvvise. L'interno è foderato o modellato in plastica testurizzata, spesso con vani secondari per manuali e documentazione. Questo tipo di vano conserva un'estetica neutra e funzionale, aderente al linguaggio della plancia e coerente con l'ergonomia del passeggero anteriore.

Funzionalità:

La funzionalità del cassetto a ribalta è centrata sull'accessibilità immediata e sulla facilità d'uso. Il movimento verso il basso offre un'apertura ampia, ideale per oggetti voluminosi e per consultare rapidamente documenti. Il sistema di frenatura incrementa la qualità percepita e riduce il rischio di urti o rumori. La leggerezza del meccanismo rende possibile l'uso con un'unica mano, mentre la posizione bassa del vano consente una postura naturale anche durante la marcia, senza ostruire la plancia o interferire con le gambe del passeggero.

Figura 3.136; Figura 3.137
Fotografia descrittive del vano portaoggetti aperto e chiuso



Sistema fissaggio

Descrizione:

La FIAT Centoventi propone un'interpretazione completamente nuova del vano portaoggetti, trasformando la plancia in una superficie modulare e riconfigurabile. A differenza delle auto tradizionali, il modello rinuncia al glove box fisso a favore di una rete di moduli mobili che possono essere agganciati, spostati o sostituiti lungo una griglia frontale. Questo sistema, ispirato alla logica degli arredi domestici e del design industriale modulare, permette di personalizzare il layout dei vani in base alle esigenze individuali dell'utente. I contenitori sono disponibili in diverse forme: cassettini estraibili, vani chiusi con sportello, tasche aperte, supporti per smartphone, portaoggetti verticali e piccole cassette colorate. La plancia assume così un linguaggio altamente grafico e contemporaneo, dove ogni modulo diventa un elemento visivo che contribuisce a

Funzionalità:

Dal punto di vista funzionale, il sistema di vani della Centoventi introduce una logica radicalmente user-centered: l'utente decide quali elementi installare, dove posizionarli e come organizzare lo spazio. Questa modularità permette di ottimizzare la plancia per diversi scenari d'uso: guida quotidiana, utilizzo urbano, necessità familiari, lavoro o trasporto di piccoli oggetti. I moduli estraibili garantiscono accesso rapido e chiaro, mentre quelli chiusi proteggono gli oggetti e mantengono ordine visivo. La posizione frontale dei vani consente un'interazione ergonomica, riducendo i movimenti inutili e migliorando la sicurezza durante la guida. Inoltre, il sistema è progettato per integrarsi con future funzioni digitali: alcuni moduli possono ospitare dispositivi elettronici, sistemi di ricarica o sensori.

Figura 3.138
Fotografia della plancia della FIAT modello "Centoventi" senza oggetti nella plancia



Figura 3.139
Fotografia della plancia della FIAT modello "Centoventi" con oggetti nella plancia

Vano vasca

Descrizione:

La plancia della Citroën Oli reinterpreta radicalmente il concetto di vano portaoggetti, adottando un linguaggio essenziale, modulare e sorprendentemente "aperto". Invece di un glove box tradizionale, Oli introduce una barra multifunzione orizzontale che attraversa tutta la plancia, concepita come struttura portante alla quale agganciare contenitori, tasche e supporti personalizzabili. La geometria è volutamente semplice, composta da volumi lineari e superfici piatte in materiali sostenibili, che evidenziano un approccio progettuale anti-superfluo. I vani non sono pensati come elementi chiusi integrati nel corpo della plancia, ma come oggetti aggiuntivi e riconfigurabili, removibili e sostituibili in base alle esigenze dell'utente.

Funzionalità:

Dal punto di vista funzionale, i vani della Oli promuovono un concetto di funzionalità adattiva, fondato su leggerezza, economicità e uso intelligente dei materiali. La barra frontale consente di posizionare cestini, tasche elastiche, porta-borracce e piccoli organizer in qualsiasi punto della plancia, adattando lo spazio alle abitudini dell'utente senza ricorrere a componenti meccanici complessi. L'assenza di un vano chiuso tradizionale riduce peso, parti mobili e costi produttivi, aumentando al contempo la gestibilità e la reversibilità delle configurazioni. La facilità di montaggio e smontaggio favorisce la sostituzione dei moduli in caso di usura, in linea con un approccio sostenibile e circolare.

Figura 3.140
Fotografia della plancia della Citroën modello "Oli"



Figura 3.141
Fotografia del dettaglio del vano porta oggetti della Citroën Oli

4.0 Considerazione finale

In conclusione, il presente elaborato non si configura esclusivamente come un progetto teorico, ma come uno strumento consultabile, strutturato e operativo per i designer, pensato per supportare il processo progettuale legato alla plancia automobilistica e ai sistemi di interazione uomo-macchina. L'organizzazione dei contenuti che intreccia materiali, tecnologie, aspetti ergonomici, sensoriali e percettivi costruisce una base di conoscenza utile a orientare scelte progettuali consapevoli, in grado di integrare funzione, qualità formale ed esperienza d'uso.

La tesi assume quindi il valore di una mappa progettuale e metodologica, un archivio ragionato che mette in relazione elementi tecnici e dimensione umana, offrendo una visione sistemica della plancia come ambiente complesso. In questo spazio progettuale convergono infatti tecnologia, benessere, sicurezza ed estetica, non come fattori separati, ma come componenti interdipendenti che contribuiscono alla definizione dell'identità del veicolo e della relazione tra utente

e macchina. Il progetto diventa così uno strumento di lettura e interpretazione della plancia contemporanea, ma anche un supporto concreto per immaginare soluzioni future.

Allo stesso tempo, questo lavoro non si propone come un sistema chiuso o definitivo. Il settore automotive è caratterizzato da una trasformazione continua, guidata dall'evoluzione delle tecnologie digitali, dall'integrazione dell'intelligenza artificiale, dallo sviluppo di nuovi materiali, dalle logiche di sostenibilità e dal mutamento dei comportamenti e delle aspettative degli utenti. In questo scenario dinamico, anche il design degli interni e dell'infotainment è soggetto a una costante ridefinizione di linguaggi, interfacce e modalità di interazione.

Per questo motivo, il progetto si intende come una struttura aperta, flessibile e in continua evoluzione, capace di aggiornarsi nel tempo e di accogliere innovazioni future, nuove soluzioni tecniche e cambiamenti culturali.



Figura 4.1
Fotografia della plancia della Audi
Skysphere

Bibliografia e sitografia

Capitolo 1

Munari, B. (1981). Da cosa nasce cosa: Appunti per una metodologia progettuale. Bari: Laterza.

Capitolo 2

Chammas, A., Quaresma, M., & Mont’Alvão, C. (2015). A Closer Look On The User Centred Design. Procedia Manufacturing, 3, 5397-5404.

Abras, C., Maloney-Krichmar, D., & Preece, J. (2005). User-centered design. In W. S. Bainbridge (A cura di), Encyclopedia of Human-Computer Interaction (pp. 445-456). Sage Publications.

Fitts, P. M. (1947). Psychological research on equipment design (No. 19). US Government Printing Office.

Le Corbusier. (1974). Il Modulor: Saggio su una misura armonica a scala umana universalmente applicabile all’architettura e alla meccanica. Milano: Gabriele Mazzotta Editore.

Engelbart, D. C. (1962). Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework (Summary Report AFOSR-3223). Stanford Research Institute.

Chapanis, A. (1959). Research techniques in human engineering. Baltimore: Johns Hopkins Press.

Wickens, C. D., Helton, W. S., Hollands, J. G., & Banbury, S. (2021). Engineering Psychology and Human Performance (5ª ed.). Routledge.

Card, S. K., Moran, T. P., & Newell, A. (1983). The psychology of human-computer interaction. Lawrence Erlbaum Associates.

Norman, D. (2013). The design of everyday things (Revised and expanded ed.). Basic Books.

Carroll, J. M. (1995). Making use: Scenario-based design of human-computer interactions. MIT Press.

Cooper, A., Reimann, R., Cronin, D., & Noessel, C. (2014). About Face: The Essentials of Interaction Design (4ª ed.). John Wiley & Sons.

Pruitt, J., & Adlin, T. (2006). The Persona Lifecycle: Keeping People in Mind Throughout Product Design. Morgan Kaufmann.

International Organization for Standardization. (2019). Ergonomics of human-system interaction Human-centred design for interactive systems (ISO Standard No. 9241-210:2019). <https://www.iso.org/standard/77520.html>

Capitolo 3

Bhise, V. D. (2011). Ergonomics in the Automotive Design Process. CRC Press.

Regan, M. A., Lee, J. D., & Young, K. L. (2008). Driver Distraction: Theory, Effects, and Mitigation. CRC Press.

Harvey, C., & Stanton, N. A. (2013). Usability of Car-Study of Design Solutions. CRC Press.

Luiati, E. (1994). Ergonomia: Progettare per l’uomo. Milano: Franco Angeli.

Favia del Core, G. (2000). Il volante: storia, tecnica e design dalle origini a oggi. Roma: Edizioni Scientifiche Italiane.

Bernhart, W., Winterhoff, M., & Schaudt, S. (2020). The Future of the Car Interior: From Cockpit to Living Room. Roland Berger Focus Study.

International Organization for Standardization. (2010). Basic human body measurements for technological design Part 2: Statistical summaries of body measurements from national populations (ISO Standard No. 7250-2:2010).

International Organization for Standardization. (1996). Ergonomics —System of auditory and visual danger and information signals (ISO Standard No. 11429:1996).

United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). (2015). Regulation No. 21 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with Agreement 1958).

United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). (2016). Regulation No. 121 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the location and identification of hand controls, tell-tales and indicators.

International Organization for Standardization. (2017). Road vehicles Ergonomic aspects of transport information and control systems — Specifications and test procedures for in-vehicle visual presentation (ISO Standard No. 15008:2017).

International Organization for Standardization. (2018). Road vehicles Functional safety (ISO Standard No. 26262:2018).

United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). (2019). Regulation No. 10 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to electromagnetic compatibility

United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). (2018). Regulation

<https://www.volkswagen.it/it/auto-elettriche-e-ibride/auto-elettriche/concept-cars/>

Lindstrom, M. (2005). Brand sense: How to build powerful brands through touch, taste, smell, sight, and sound. Free Press.

Luciati, E. (1994). Ergonomia: Progettare per l’uomo. Milano: Franco Angeli.

Daly, S. (2006). Automotive Air Conditioning and Climate Control Systems. Butterworth-Heinemann.

Manzini, E. (1986). La materia dell’invenzione. Milano: Arcadia.

Thompson, R. (2017). Manufacturing Processes for Design Professionals. Thames & Hudson.

<https://www.polestar.com/it/polestar-2/interior/>

<https://www.polestar.com/it/polestar-3/sustainability/>

United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). (2016). Regulation No. 121 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the location and identification of hand controls, tell-tales and indicators.

International Organization for Standardization. (2017). Road vehicles Ergonomic aspects of transport information and control systems — Specifications and test procedures for in-vehicle visual presentation (ISO Standard No. 15008:2017).

International Organization for Standardization. (2018). Road vehicles Functional safety (ISO Standard No. 26262:2018).

United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). (2019). Regulation No. 10 - Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to electromagnetic compatibility

United Nations Economic Commission for Europe (UNECE). (2018). Regulation

<https://www.volkswagen.it/it/auto-elettriche-e-ibride/auto-elettriche/concept-cars/>

Lindstrom, M. (2005). Brand sense: How to build powerful brands through touch, taste, smell, sight, and sound. Free Press.

Luciati, E. (1994). Ergonomia: Progettare per l’uomo. Milano: Franco Angeli.

Daly, S. (2006). Automotive Air Conditioning and Climate Control Systems. Butterworth-Heinemann.

Manzini, E. (1986). La materia dell’invenzione. Milano: Arcadia.

Thompson, R. (2017). Manufacturing Processes for Design Professionals. Thames & Hudson.

<https://www.polestar.com/it/polestar-2/interior/>

<https://www.polestar.com/it/polestar-3/sustainability/>

Volvo Car Corporation. (2024). Volvo XC40 Recharge: Specifiche del design e sistema CleanZone. <https://www.volvocars.com/it/v/cars/xc40-electric/>

<https://www.continental.com/en/press/press-releases/20250326-ac2atedsound-display>

<https://www.jalopnik.com/lg-wants-to-transform-every-surface-in-your-cars-interi-1849808103>

Parlamento Europeo e Consiglio. (2022). Direttiva (UE) 2022/2380 che modifica la direttiva 2014/53/UE concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato di apparecchiature radio. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea.

Axelson, J. (2018). USB Complete: The Developer's Guide (5th ed.). Lakeview Research.

