



**Politecnico di Torino**

DAD Dipartimento di Architettura e Design

Tesi di Laurea di 1° Livello

Corso in Design e Comunicazione Visiva

A.A. 2020/2021

# SOS DESIGN:

riallestimento interno  
di un mezzo di trasporto  
pubblico urbano.

**Comfort, Igiene, Sicurezza**

Candidati:

**Carla Profilo, Ilaria Seminara**

**Nikolina Scirè, Rebecca Zaza**

Relatori:

**Claudio Germak, Giulio Malucelli**













# INDICE

<i>Introduzione</i> .....	13
<b>1. Analisi dello scenario pandemico</b> .....	<b>15</b>
<b>1.1 Indagine sulla mobilità pre e durante il COVID-19</b> .....	<b>16</b>
1.1.1 La domanda di mobilità prima della pandemia.....	17
1.1.2 La domanda di mobilità durante la pandemia.....	20
1.1.3 L'impatto del lockdown sui comportamenti di mobilità degli italiani.....	21
<b>1.2 Risposta governativa italiana ed europea: divieti e restrizioni</b> .....	<b>25</b>
1.2.1 Italia.....	25
1.2.2 Inghilterra.....	27
1.2.3 Francia.....	27
<b>2. Lo stato dell'arte</b> .....	<b>31</b>
<b>2.1 Attuali configurazioni degli allestimenti interni dei mezzi di trasporto pubblico</b> .....	<b>32</b>
2.1.1 Le tipologie di trasporto pubblico urbano.....	32
2.1.2 Linee tranviarie e Autolinee.....	33
2.1.3 Il bus nelle città europee: un'analisi del contesto socio-territoriale.....	34
2.1.4 Disposizioni sulle normative di omologazione dei mezzi.....	44
<b>2.2 Standard strutturali e specifiche tecniche dei componenti</b> .....	<b>45</b>
2.2.1 Dimensionamento dell'abitacolo interno.....	45
2.2.2 Pavimentazione e superfici interne.....	47
2.2.3 Disposizione ed ergonomia dei posti a sedere.....	49
2.2.4 Posti riservati.....	59
2.2.5 Mancorrenti e maniglie.....	60

2.2.6 Scritte e segnaletica.....	66
2.2.7 Illuminazione.....	68
<b>2.3 Progettazione cromatica.....</b>	<b>69</b>
2.3.1 Le teorie sul colore di Theo Gimbel.....	69
2.3.2 Il colore applicato all'abitacolo.....	71
2.3.3 Risultati e conclusioni.....	78
<b>3. Comfort.....</b>	<b>81</b>
3.1 Cos'è il comfort.....	82
3.2 Il comfort nel trasporto pubblico.....	82
3.2.1 Misurazione del comfort in relazione all'affollamento.....	83
3.2.2 Gli effetti dell'affollamento nel TPL.....	85
3.3 La prossemica.....	88
3.3.1 Da Edward T. Hall a John F. Fruin.....	88
3.3.2 Disagio sociale a bordo.....	91
3.3.3 Alterazione dello spazio interpersonale.....	93
3.4 Una nuova prerogativa: Distanziamento sociale.....	94
3.4.1 Perché praticare il distanziamento sociale in ambienti chiusi.....	95
3.4.2 Basta 1 metro di distanza?.....	96
3.5 Comfort fisico.....	98
3.5.1 L'ergonomia dei componenti.....	98
3.5.2 Analisi della letteratura scientifica.....	99
3.5.3 La normativa.....	101

<b>4. Igiene.....</b>	<b>105</b>
<b>4.1 Igiene: tra necessità e percezione.....</b>	<b>106</b>
4.1.1 L'igiene nel trasporto pubblico.....	106
4.1.2 Specie batteriche più comuni nel TPL.....	107
<b>4.2 L'attenzione per l'igiene a seguito della pandemia.....</b>	<b>110</b>
4.2.1 Passato e presente a confronto.....	110
<b>4.3 Quando il distanziamento sociale non basta.....</b>	<b>112</b>
4.3.1 Il caso di Zhejiang.....	112
4.3.2 Analisi dei materiali e delle superfici.....	114
<b>4.4 Gestione della pulizia e degli spazi .....</b>	<b>117</b>
4.4.1 Sistemi di sanificazione.....	119
4.4.2 Trattamenti antimicrobici.....	124
<b>4.5 Normative igieniche.....</b>	<b>130</b>
<b>5. Sicurezza.....</b>	<b>.....</b>
<b>5.1 Perché parlare di sicurezza.....</b>	<b>.....</b>
<b>5.2 Fattori determinanti la qualità.....</b>	<b>.....</b>
5.2.1 Sicurezza dal crimine.....	.....
5.2.2 Sicurezza dagli incidenti.....	.....
5.2.3 Sicurezza dal contagio.....	.....

**5.3 Normative relative la sicurezza.....**

5.3.1 Il rischio incendio.....

5.3.2 La normativa sui materiali.....

5.3.3 Normative contenitive Anti-Covid19.....

**6. Casi studio: soluzioni alternative e nuovi concept.....**

6.1 Casi studio autobus, tram e treni.....

6.2 Casi studio componenti.....

6.3 Nuovi concept per il distanziamento sociale.....

**7. Utente.....**

7.1 Personas.....

**7.2 Questionario sulle abitudini legate all'utilizzo dei mezzi pubblici urbani.....**

7.2.1 Dati Anagrafici.....

7.2.2 Abitudini di viaggio.....

7.2.3 Abitudini PRE-Covid19.....

7.2.4 Abitudini DURANTE il Covid19.....

7.2.5 Abitudini POST-Covid19.....

7.2.6 Parole a confronto.....

**7.3 Best and Worst Scaling (BWS).....**

<b>8. Progetto “nome progetto”</b> .....	
8.1 Concept e linee guida progettuali.....	
8.2 Proposta di allestimento per autobus Conecto New.....	
8.3 Proposta di allestimento per Jumbo-Tram.....	
8.3.1 Unità compositive.....	
8.4 Seduta.....	
8.5 Supporto in piedi.....	
8.6 Tavolino.....	
8.7 Mancorrenti.....	
8.8 Materiali componenti.....	
<b>9. Sitografia e riferimenti bibliografici</b> .....	



# INTRODUZIONE

La tesi, che ha come oggetto il riallestimento del mezzo di trasporto pubblico urbano, nasce dalla necessità di rispondere alle nuove norme di natura igienico-sanitaria e dinamiche socio-comportamentali che, di fronte al dilagare della pandemia di Covid-19, si sono diffuse e poi radicate in tutto il continente Europeo e oltre.

La situazione pandemica ha riacceso l'attenzione su alcune problematiche che interessano il viaggio quotidiano sui mezzi di trasporto pubblico urbano (tram e bus).

L'igiene, riguardante il contatto con le superfici, la sicurezza, relativa all'instabilità del mezzo e, il comfort, legato ad un innalzamento del suo standard.

Alla luce di ciò, in una società in cui il trasporto pubblico urbano rappresenta un aspetto importante nello sviluppo di comunità sostenibili sia sotto un profilo ambientale che sotto un profilo di carattere socioeconomico, la necessità di un intervento tempestivo e concreto, atto a plasmare e garantire un servizio sicuro e in grado di mantenere,

ora, e incrementare, in futuro, la quota di utenti che ne usufruiscano, servizio che per questa stessa ragione non può prescindere dalle esigenze dei consumatori, sembra indispensabile.

Dati statistici, studi antropologici e indagini di mercato hanno pertanto veicolato l'intero processo di rilettura e ridisegno relativo all'allestimento interno del mezzo di trasporto pubblico, con l'obiettivo di migliorarne le prestazioni funzionali in termini di accessibilità, igiene, sicurezza ed ergonomia; con un'attenzione, inoltre, a tutti quei fattori cognitivi che dominano l'interazione tra utente e prodotto; il cui studio, al pari dell'aspetto tecnologico, funzionale ed estetico, risulta indispensabile per la progettazione di nuovi ambienti atti a garantire, in un senso più generale, un'esperienza di viaggio accompagnata da un adeguato senso di comfort psico-fisico, per tutte le categorie di utenza.



1



# ANALISI DELLO SCENARIO PANDEMICO

# 1.1 Indagine sulla mobilità pre e durante il COVID-19

L'emergenza COVID-19<sup>1</sup> ha influito pesantemente sulla mobilità pubblica e privata, sconvolgendo radicalmente le abitudini e le scelte della popolazione mondiale in particolare rispetto al trasporto pubblico e mobilità condivisa.

La diffusione della malattia, di cui, per la prima volta, è stata data notizia all'OMS<sup>2</sup> da parte delle autorità cinesi il 31 dicembre 2019 ma di cui sono stati registrati i primi casi in territorio italiano il 30 gennaio 2020, ha richiesto una grande manovra in termini di prevenzione e limitazione del contagio concretizzatasi in quello che, con un anglicismo, è stato definito **lockdown**: un protocollo di emergenza che ha comportato la sospensione di attività commerciali al dettaglio, ad eccezione di attività di vendita di beni di prima necessità, sospensione di tutte le attività didattiche, eventi culturali, musicali, sportivi e religiosi e che ha imposto il divieto di assembramento, limitando spostamenti di qualsivoglia natura se non per comprovate esigenze di salute e lavorative.

Per ovvie ragioni, tali vincoli, associati alla libera circolazione delle persone, hanno causato, in virtù di una risposta governativa insufficiente, ripercussioni di portata eccezionale sulla gestione e sulla fruizione del trasporto pubblico locale.

Ridistribuire ed equilibrare i flussi di mobilità nelle città durante il corso della giornata, ridurre i picchi di domanda e decongestionare bus, metropolitane e tram nelle ore di punta, adeguandoli alla regolamentazione antivirale, che impone il più rigoroso distanziamento sociale, e alle aspettative di un pubblico che percepisce un elevato rischio contagio a bordo, sono le sfide a cui si deve tentare di rispondere oggi e in previsione di uno scenario post-pandemico.

---

**COVID-19:** acronimo dell'inglese COronaVirus Disease 19, malattia infettiva respiratoria causata dal virus SARS-CoV-2 appartenente alla famiglia dei coronavirus.

**OMS:** Organizzazione Mondiale della Sanità.

**D.L. 6/2020:** Decreto Legge 23 febbraio 2020, n.6. "Misure urgenti in materia di contenimento e gestione dell'emergenza epidemiologica da COVID-19".

**TPL:** Trasporto Pubblico Locale

**ISTAT:** Istituto Nazionale di Statistica, ente pubblico di ricerca italiano che si occupa dei censimenti generali della popolazione, dei servizi e dell'industria, e dell'agricoltura, di indagini campionarie sulle famiglie e di indagini economiche generali a livello nazionale.

## 1.1.1 La domanda di mobilità prima della pandemia

Prendendo in considerazione il periodo pre-COVID-19, ovvero quella fase antecedente al 23 febbraio 2020, data della prima risposta governativa con il D.L. 6/2020<sup>3</sup>, che ha previsto l'adozione delle limitazioni alla circolazione agli spostamenti, è stato registrato che la domanda di mobilità in Italia negli ultimi anni è andata fortemente modificandosi, sia nelle dinamiche, sia nelle caratteristiche; il tasso di mobilità della popolazione italiana, tra il 2012 e il 2017, ha subito infatti un costante incremento, superando i livelli pre crisi e raggiungendo l'88,5%.

In termini di domanda in Italia e in Europa si ha un quadro eterogeneo. Entrando nel merito, a Roma la mobilità privata, costituita da auto o moto, rappresenta più del 65% della totale e a Milano si colloca poco al di sotto del 50%, a Londra, per contro, si effettuano con mezzi propri poco più del 30% degli spostamenti mentre a Parigi si arriva a circa il 17%.

In un settore come il TPL<sup>4</sup>, in cui l'offerta è la variabile chiave per influenzare la domanda, appare evidente quale sia la leva da azionare per avvicinare il nostro modello di mobilità a quello dei principali Paesi europei.

In territorio Italiano, sulla base delle analisi eseguite dall'ISTAT<sup>5</sup> (*Istituto Nazionale di Statistica*) nel 2019, anno antecedente alla diffusione della pandemia globale, hanno usato tram, autobus e filobus 3 milioni di persone tutti i giorni e più volte alla settimana. Nelle regioni del Nord il TPL è stato utilizzato da 1,5 milioni di persone tutti i giorni e da 1,4 milioni più volte a settimana; al Centro 740 mila e 700 mila; nel Mezzogiorno 670 mila e 770 mila.

Complessivamente si sono spostati ogni giorno 22 milioni di persone per andare a lavoro e 11 milioni per andare a scuola. La metà risiede nelle regioni del Nord e 10 milioni nel Mezzogiorno. In aggiunta si sono spostati fuori dal proprio comune 12 milioni di occupati e 3,5 milioni di studenti.

Per quanto riguarda gli orari: tra i lavoratori, 1 su 5 è uscito di casa entro le 6:30 e oltre il 60% tra le 7:00 e le 8:00. Il 70% degli studenti è uscito invece tra le 7:30 e le 8:00. In linea generale nel Mezzogiorno si esce più presto per andare a lavoro e più tardi per la scuola.

Relativamente alla durata dello spostamento: per recarsi a lavoro con i mezzi pubblici una persona su 2 ha impiegato più di 30 minuti; d'altra parte per andare a scuola ha impiegato più di 30 minuti oltre il 40% di studenti del Nord e circa il 30% di quelli

del Mezzogiorno. Il TPL è la soluzione utilizzata maggiormente dagli occupati nel Centro Italia e nelle aree metropolitane. Hanno utilizzato soltanto auto o moto per andare a lavoro/scuola 16,5 milioni di persone e 4 milioni di studenti.

## Osservatorio Audimob - Stili e comportamenti di mobilità degli italiani

Nell'ambito della ricerca mirata a colmare il vuoto di conoscenze sulla domanda di mobilità nel Paese si inserisce il programma dell'Osservatorio "Audimob – Stili e comportamenti di mobilità degli italiani" che nasce nel 1999 su incentivo della Fondazione Nazionale delle Comunicazioni.

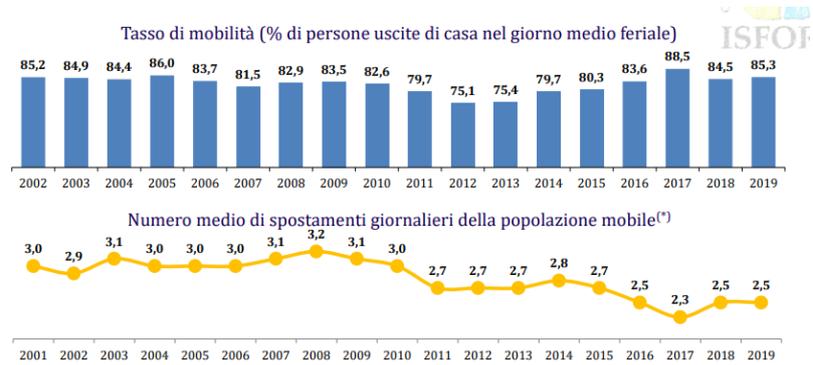
Il progetto si basa su un'indagine campionaria, con cadenza annuale, sugli spostamenti della popolazione italiana, con un'età compresa dai 14 agli 80 anni, attraverso interviste telefoniche e via computer.

La suddetta, che coinvolge un campione diversificato (per sesso, età e per regione), registra in modo dettagliato tutti gli spostamenti effettuati dall'intervistato il giorno

precedente l'intervista (solo per quanto riguarda i giorni feriali), ad eccezione delle percorrenze a piedi inferiori a 5 minuti, lasciando emergere come negli ultimi anni vi sia stato una lieve crescita del tasso di mobilità e numero di spostamenti. (*Figura 1.1*).

Allo stesso tempo, come mostrato invece in *Figura 1.2*, l'indagine restituisce informazioni specifiche circa anche le caratteristiche dello spostamento quali: tempi di percorrenza e distanza percorsa, origine, destinazione e motivazione dello spostamento, e ancora sistematicità e mezzo di trasporto impiegato, confermando ad esempio, per l'orizzonte temporale considerato (2001-2019) un incremento della quota di mobilità urbana.

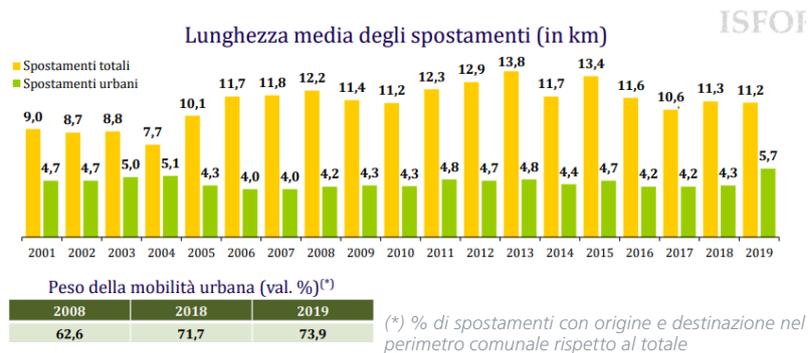
Figura 1.1



(\*) Riferimento ai soli intervistati che hanno effettuato almeno uno spostamento nel giorno medio feriale

Osservatorio Audimob - Isfort

Figura 1.2



(\*) % di spostamenti con origine e destinazione nel perimetro comunale rispetto al totale

Osservatorio Audimob - Isfort

## 1.1.2 La domanda nel Settore Trasporti durante la pandemia

Alla luce delle informazioni riportate, è chiaro come i sistemi di trasporto pubblico urbano siano fondamentali per garantire l'accesso a beni e servizi essenziali, in particolare per coloro che non possono usufruire di soluzioni alternative.

Tuttavia, è in relazione al distanziamento sociale e al divieto di assembramento, misure di contenimento tutt'oggi in vigore, che si comprende in che misura autobus, tram, metropolitane e treni siano percepiti come ambienti ad alto rischio per la diffusione di COVID-19, in particolare per quattro fattori:

- Grandi volumi di individui costretti alla condivisione di uno spazio comune ridotto, per lunghi periodi e con limitazioni di ventilazione.
- Presenza di alcuni utenti appartenenti a categorie ad elevato rischio contagio.
- Sistemi di controllo insufficienti, dedicati al controllo di utenti e personale potenzialmente contagiati.
- Presenza di molteplici superfici, quali sedili, corrimano, porte e maniglie, ritenuti pericolosi in quanto veicoli complici di trasmissione indiretta.

A tal proposito, nel mese di marzo 2020, in pieno lockdown da Covid-19, si è verificato un crollo verticale della domanda di mobilità pubblica, con un decremento

pari all'80%, compensato però da un aumento di quella "di prossimità" ovvero riferita solo ai tragitti a piedi e inferiori ai 5 minuti. In termini economici ciò ha provocato ingenti perdite anche nei ricavi da biglietti e abbonamenti (-74%).

Nello specifico, analizzando l'andamento dei volumi di mobilità emerge come si sia passati dai 104 milioni di spostamenti totali medi giornalieri nel 2019 ai 34 milioni (-67%) durante il lockdown (*Tabella 1.1*), per ritornare a 87 milioni nel periodo della "Fase 2"<sup>6</sup>, periodo compreso dal 18 maggio al 15 ottobre 2020.

In merito alla scelta dei mezzi di trasporto utilizzati, una sempre crescente percezione di esposizione al contagio ha fatto sì che l'auto, preferita già in passato, sia stata identificata come il mezzo più sicuro per proteggersi dalla diffusione del virus durante i propri viaggi a discapito del TPL, appunto considerato pericoloso: la quota degli spostamenti medi giornalieri con i mezzi pubblici è passata da 12,8 milioni nel 2019 a 1,4 milioni (-89%) durante il lockdown, per tornare a una ripresa pari a 6,9 milioni, poco più della metà rispetto al periodo Pre Covid.

6. Fase 2: segna il passaggio dal lockdown alla convivenza con il Coronavirus.

7. Isfort: Istituto Superiore di Formazione e Ricerca per i Trasporti.

8. DPCM: Decreto Ministeriale (D.M.), ossia un atto amministrativo emanato dal Presidente del Consiglio dei ministri.

Sulla base di quanto riportato nello studio della Isfort<sup>7</sup> sulla distribuzione % degli spostamenti, sebbene il trasporto pubblico nel 2019 sia passato dal 9,7 al 10,8%, l'irrompere della pandemia nel 2020 ha ampiamente rimescolato le carte, con la forte crescita degli spostamenti non-motorizzati e il vistoso calo della mobilità collettiva e intermodale.

Tabella 1.1

	Media 2019	Inizio 2020	Lockdown (12marzo-3maggio)	Varazione sul 2019
<b>Numero complessivo di spostamenti giornalieri (milioni)</b>	104	98	34	-67%
<b>Numero complessivo di passeggeri*km giornalieri (milioni)</b>	1.198	941	197	-84%

Osservatorio Audimob - Isfort. Andamento dei volumi di mobilità

### 1.1.3 Raccolta dati sui comportamenti e previsioni di mobilità degli italiani

Con l'intento di conoscere e comprendere più approfonditamente le dinamiche che hanno riguardato e che potrebbero in futuro riguardare gli spostamenti degli italiani a seguito dello scoppio della pandemia, si è deciso di riportare tre differenti studi che attraverso la somministrazione di questionari e interviste hanno

restituito un quadro più o meno completo circa il tasso di mobilità, peculiarità degli spostamenti in termini di durata, distanza percorsa e tipologia di mezzo impiegato e volontà dell'utenza rispetto a tre scenari distinti: Fase «Pre-Covid», «Durante Covid», «Post Covid».

#### L'analisi dell'osservatorio "Audimob"

Il rapporto è incentrato sul monitoraggio della domanda di mobilità italiana pre, post e durante il Covid-19 e in particolar modo nel periodo più intenso di restrizione degli spostamenti, convenzionalmente denominato

"lockdown", che si colloca tra l'entrata in vigore del DPCM<sup>8</sup> dell'11 marzo e la fine della cosiddetta "Fase 1", conclusasi il 3 maggio.

L'analisi è composta da una raccolta dati organizzati

secondo parametri e variabili di segmentazione (tasso di mobilità, motivazioni, lunghezza degli spostamenti, etc.) e da paragrafi dedicati alle propensioni future dei comportamenti di mobilità dei cittadini, specialmente rispetto alle scelte modali e alla percezione di sicurezza da contagio per i diversi mezzi di trasporto.

Le evidenze principali trattate dal documento sono:

1. L'analisi del tasso di mobilità e del numero medio degli spostamenti che hanno subito una drastica riduzione rispetto al regime ordinario degli anni precedenti. Nel pratico, sono stati registrati giornalmente circa 70 milioni di spostamenti in meno, tuttavia circa il 50% della popolazione, ha comunque effettuato spostamenti in giornata anche di brevissima durata, compresi nel modello di mobilità di "prossimità".
2. La lunghezza media degli spostamenti e dei viaggi che, in modo prevedibile, si è ridotta del 40%, accentuandosi maggiormente nelle grandi città del Centro-Nord.
3. Le motivazioni degli spostamenti, che in egual maniera, si sono modificate discostandosi delle motivazioni "lavoro-scuola" verso l'insieme di altre motivazioni, sostanzialmente di gestione familiare. Secondo i dati infatti, l'incidenza delle destinazioni scolastiche e lavorative è scesa del 17% nel periodo di lockdown rispetto al 2019.
4. La variazione delle dinamiche di mobilità in termini di tipologia dei mezzi di trasporto utilizzati, a favore della mobilità non-motorizzata e privata e conseguentemente a scapito della mobilità pubblica e intermodale che, rispetto al 2019, registra un calo di due terzi, dal 12,2 al 4,1% nel periodo di chiusura.
5. Le previsioni future sull'utilizzo dei mezzi di trasporto nella prima fase di uscita dall'emergenza sanitaria, secondo le quali si evidenzia un ritorno al regolare impiego dell'auto privata, da un lato, ma una faticosa ripresa nell'uso dei mezzi di trasporto collettivi, dall'altro; in particolare per l'extraurbano, solo autobus, metropolitane e tram hanno maggiore prospettiva di incremento. Sulla base di queste aspettative è quindi ipotizzabile un calo non marginale dei volumi di domanda.
6. La percezione di sicurezza da contagio sui mezzi di trasporto, rispetto alla quale, su una scala da 1 a 10, il mezzo pubblico ha un indice di sicurezza pari a solo 3,5 rispetto a quella della mobilità privata (8,7) e non motorizzata (7,3) sebbene, secondo l'opinione di una notevole porzione di intervistati, l'aumento delle misure di protezione, all'interno dei mezzi collettivi, potrebbe essere decisiva a favore di un incremento della soglia percepita di sicurezza.

## L'indagine condotta da BVA Doxa

Studio svolto su un campione rappresentativo di più di 1000 italiani relativamente agli impatti del Covid-19 sulla popolazione e condotto da BVA Doxa<sup>9</sup>, si pone a conferma di quanto già enunciato: se durante i mesi di massima restrizioni la maggior parte delle persone ha limitato le proprie uscite fuori casa riducendole a una volta alla settimana; dall'altro, anche con l'avvio della

seconda fase, ovvero di ripresa delle attività sportive e lavorative in presenza, il mezzo preferito dai cittadini rimane l'auto privata che, come spiegato anche nei paragrafi precedenti, unitamente alla bicicletta e al monopattino viene percepita (da circa il 63% degli italiani) più sicura a differenza dei mezzi pubblici e del car sharing, ritenuti veicoli ad alto rischio contagio.

## La ricerca condotta dall'ART (Autorità di Regolazione Trasporti)

L'indagine realizzata dall'Autorità di Regolazione Trasporto si pone invece un duplice obiettivo:

- Analizzare la propensione agli spostamenti dei cittadini e la loro percezione di sicurezza dei mezzi di trasporto.
- Rilevare le preferenze dei cittadini in merito a un set di informazioni ed azioni finalizzate a incoraggiare l'utilizzo dei mezzi di trasporto in futuro.

Tali obiettivi sono stati elaborati in relazione a tre situazioni:

1. «Pre-Covid-19»: periodo antecedente al 23 febbraio 2020, data di adozione delle restrizioni della mobilità e degli spostamenti previste dal Governo con il d.l. 6/2020.
2. «Durante Covid-19»: fase iniziata il 4 maggio 2020 con il DPCM del 26 aprile e proseguita fino al 15 giugno, arco temporale che corrisponde

alla somministrazione delle interviste in esito all'attuazione della cosiddetta Fase 2 (eliminazione parziale delle restrizioni della mobilità).

3. «Post-Covid-19»: fase ipotetica di completa ripresa dall'emergenza sanitaria, con spostamenti Covid free, in presenza di terapie e/o vaccini (totale assenza di restrizioni per la mobilità).

Gli argomenti principali trattati e le rispettive conclusioni presenti sul documento riguardano:

1. La percezione di sicurezza, rispetto alla quale, come mostrato in *Figura 1.4*, ancora una volta è minore a bordo del trasporto pubblico locale (autobus, tram e metropolitane) e a media/lunga percorrenza, al contrario di autovetture di proprietà e mobilità a piedi o in bicicletta, ritenute le modalità di spostamento più sicure da contagio. Rimangono

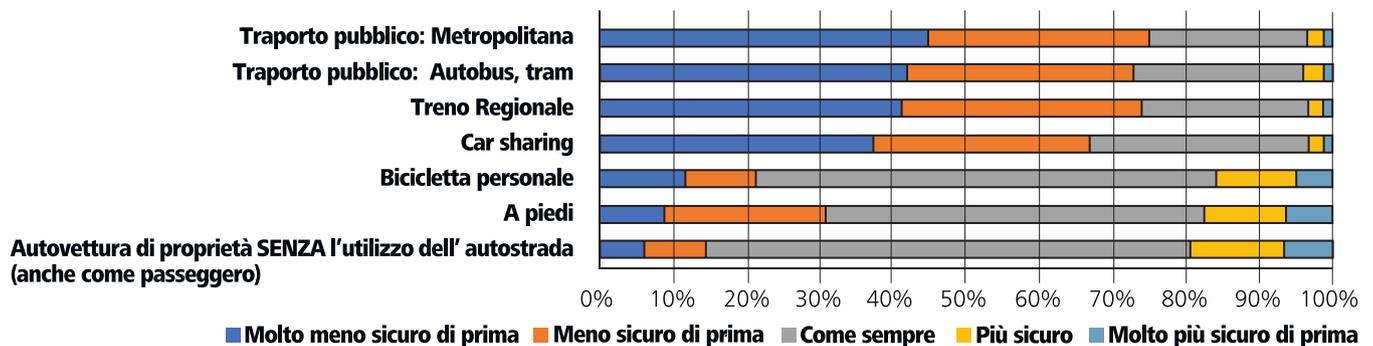
invece invariati i dati sulla percezione dei servizi di car sharing e noleggio.

- La propensione agli spostamenti nell'ambito di un confronto tra scenario durante e quello Pre-COVID 19 rispetto alla quale solo il 37% della totalità degli intervistati ha dichiarato di aver cambiato le proprie abitudini di viaggio. Nello specifico: il 20% precisa di aver variato la frequenza di utilizzo dei mezzi pubblici, il 9% ha utilizzato mezzi di trasporto alternativi (per esempio prediligendo spostamenti a piedi, con bicicletta, monopattino, noleggio/sharing di scooter o autovettura) e il 10% ha cambiato le proprie abitudini in modo differente dalle opzioni precedenti. Quasi la totalità (il 97%)

ha inoltre dichiarato di aver limitato gli spostamenti a fini di svago o piacere.

- La propensione agli spostamenti nell'ambito di un confronto tra lo scenario Post e quello Pre COVID-19 rispetto alla quale invece, la quota degli intervistati che hanno manifestato l'intenzione di voler cambiare in via definitiva le proprie abitudini è pari al 33%.
- Le azioni a favore della ripresa della mobilità nell'ambito del trasporto pubblico che si riassumono in: presenza di segnaletica a bordo, in grado di delimitare i percorsi e i punti di sosta, e implementazione del servizio di informazione circa il livello di affollamento a bordo.

Figura 1.4



Percezione di sicurezza nell'uso del mezzo di trasporto. Confronto tra l'utilizzo attuale e precedente all'emergenza COVID

## 1.2 Risposta governativa italiana ed europea: divieti e restrizioni

### 1.2.1 Italia

Con lo scopo di contrastare la diffusione del virus sull'intero territorio nazionale, in data 20 marzo 2020 il Ministero delle Infrastrutture e Trasporti ha predisposto un protocollo condiviso di regolamentazione per il contenimento della diffusione del Covid-19 nel settore del trasporto e della logistica, contenente le linee guida per il trasporto pubblico in sicurezza sanitaria.

Per facilitare l'indagine sulla Gestione della pandemia di COVID-19 in termini di risposta legislativa nell'ambito del trasporto pubblico urbano si considera di seguito un periodo compreso tra il mese di marzo e il mese di dicembre del 2020 in cui si distinguono, in relazione alla prima ondata, tre differenti fasi:

- **Fase 1:** periodo compreso dal 9 marzo al 3 maggio in cui a fronte del lockdown il 22 marzo 2020 è stata adottata congiuntamente dal ministro della Salute e dal ministro dell'Interno una nuova ordinanza che ha imposto il divieto a tutte le persone fisiche di trasferirsi o spostarsi con mezzi di trasporto pubblici o privati in comune diverso da quello in cui si trovavano, salvo che per comprovate esigenze lavorative, di assoluta urgenza ergo per motivi di salute.
- **Fase 2:** periodo compreso dal 4 maggio al 14 giugno durante il quale è stato previsto un allentamento delle misure di contenimento. In materia di trasporto

pubblico urbano si considera l'allegato 9 del DPCM del 26 Aprile. Nell'allegato tecnico associato alle singole modalità di trasporto alla voce "settore trasporto pubblico locale stradale, lacuale e ferrovie concesse" tra le misure di contenimento specifiche a carico della compagnia erogatrice del servizio e dell'utenza figurano:

- L'obbligo di igienizzazione e disinfezione dell'abitacolo su base quotidiana e di sanificazione periodica.
- L'incremento in termini di frequenza dei mezzi nelle ore considerate ad alto flusso di passeggeri, nei limiti delle risorse disponibili.
- La separazione dei flussi in entrata e in uscita, predisponendo attraverso opportune segnalazioni percorsi distinti e porte di ingresso differenziate nel caso specifico di autobus e tram.
- L'installazione a bordo di appositi dispenser, facilmente accessibili, per la distribuzione di soluzioni idroalcoliche per la frequente detersione delle mani.
- Le limitazioni sul numero di passeggeri a bordo, in modo da consentire il rispetto della distanza di 1 metro tra gli stessi, contrassegnando con marker i posti non utilizzabili; lasciando a tal fine

la possibilità di saltare alcune fermate.

- L'adozione di sistemi di informazione e di divulgazione, nei luoghi di transito dell'utenza, relativi al corretto uso dei dispositivi di protezione individuale, nonché sui comportamenti che la stessa utenza è obbligata a tenere all'interno delle stazioni, autostazioni e dei luoghi di attesa, nella fase di salita e discesa dal mezzo di trasporto e durante il trasporto medesimo.
- L'obbligo, a carico dell'utenza, di indossare un dispositivo di protezione individuale a copertura di naso e bocca.
- La sospensione della vendita e del controllo dei biglietti a bordo.

■ **La Fase 3:** anche definita come la fase di convivenza con il COVID-19, corrisponde al periodo compreso tra 15 giugno e 7 ottobre. In relazione alle misure di contenimento relative al TPL si considera l'allegato 15 del DPCM datato 11 Giugno 2020 in cui sono riportate le principali misure di contenimento, a cui si unisce la possibilità per le Regioni e Province autonome di introdurre prescrizioni in ragione delle diverse condizioni territoriali e logistiche, nonché delle rispettive dotazioni di parco mezzi.

Tra i punti più importanti legati alla necessità di contenimento, in aggiunta a quanto già enunciato per la fase 2 figurano:

- La deroga al distanziamento sociale di 1 metro ma con il limite di carico pari al 60% rispetto alla totalità di posti previsti ed indicati sulla carta di circolazione del mezzo.
- La possibilità d'uso delle sedute in affiancamento verticale senza alternanza, qualora sia escluso il posizionamento faccia a faccia e l'affiancamento tra due persone.
- L'obbligo di alternanza tra posti a sedere disposti in affiancamento orizzontale salvo la presenza di appositi separatori.
- L'obbligo di aerazione continue attraverso appositi sistemi di filtraggio dell'aria o tramite l'apertura periodica dei finestrini.

Sempre in riferimento alla fase 3, in previsione di una riapertura di attività commerciali e servizi di carattere pubblico, attraverso il DPCM del 7 settembre 2020 il governo ha autorizzato, nell'ambito dei trasporti pubblici, un allentamento delle misure di contenimento in relazione al social distancing, incrementando così all'80% il limite di carico consentito, prevedendo una riduzione maggiore dei posti in piedi rispetto ai posti a sedere. Prescrizione ribadita durante la seconda ondata, comprendente il periodo tra 8 ottobre e il 3 dicembre, e in attualmente in vigore secondo quanto indicato nel DPCM del 2 Marzo 2021.

## 1.2.2 Inghilterra

Rivolgendo l'attenzione al sistema di misure di prevenzione e contenimento dell'epidemia da Sars-Cov-2 nel settore del trasporto collettivo terrestre in ambito internazionale, oltre all'obbligo di indossare un dispositivo di protezione individuale, di igienizzare frequentemente le mani, di mantenere una distanza minima di un metro tra un passeggero e l'altro e di garantire un costante ricambio dell'aria attraverso l'apertura dei finestrini, risultano diverse raccomandazioni di viaggio, di carattere per lo più organizzativo, rivolte all'utenza, tra cui:

- L'invito a non viaggiare durante gli orari di punta e/o usufruire di linee meno affollate.
- L'invito ad effettuare un numero di cambi ridotto.
- L'invito a prenotare anticipatamente i biglietti e

usufruire di metodi di pagamento contactless.

- L'invito a scendere e salire in stazioni e fermate meno affollate.
- Prediligere spostamenti a piedi.

A queste prescrizioni, secondo quanto riportato da uno studio condotto dall'INAIL (Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro) si aggiungono:

- L'obbligo di inserire barriere protettive a favore dell'autista.
- Il divieto di utilizzare i posti adiacenti alla cabina di guida.
- L'obbligo di salire esclusivamente dalla porta centrale.

## 1.2.3 Francia

Per quanto riguarda il territorio francese, uno dei più colpiti dalla pandemia globale, particolare attenzione è stata data alle norme comportamentali che ogni operatore di trasporto pubblico, su strada o ferroviario, deve mantenere.

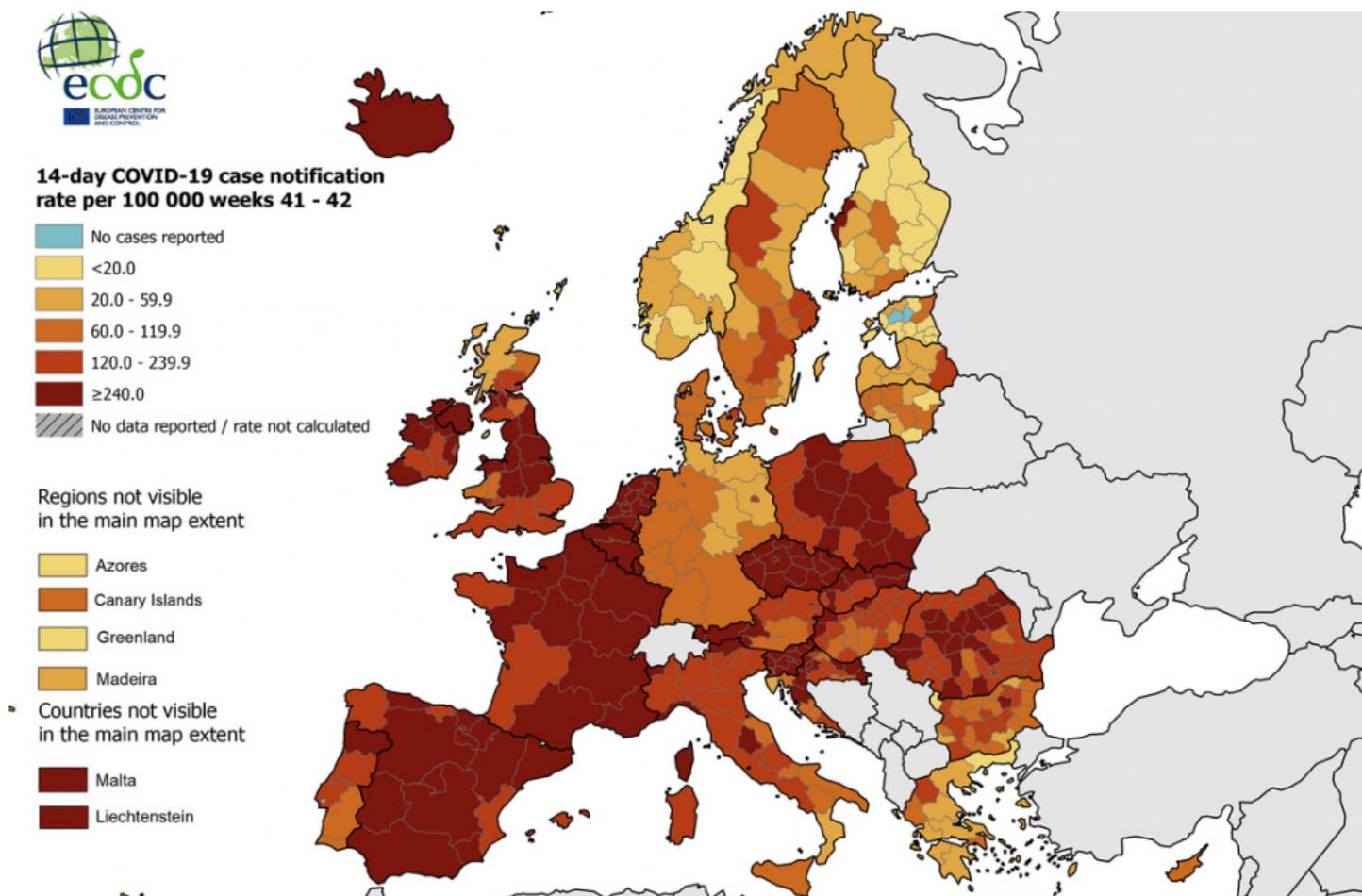
Oltre alla normale e periodica disinfezione di ogni mezzo, prevista almeno una volta al giorno, l'ente deve adottare tutte le misure appropriate (a meno che non si dimostri tecnicamente impossibile) per separare il conducente dai passeggeri per una distanza di almeno 1 metro e inoltre, seguire un corso di formazione sulle normative anti-

covid.

Per quanto riguarda i passeggeri che si trovano a viaggiare in veicoli stradali con più di una porta, sono previste alcune limitazioni, ovvero: il divieto di utilizzare la porta d'ingresso centrale e la possibilità di salire e scendere da qualsiasi altra; l'obbligo di presentare il certificato di viaggio per accedere a spazi e veicoli adibiti per il trasporto, nonché alle banchine del tram e alle aree situate in prossimità di punti di sosta serviti da veicoli, in caso di mancata presentazione di tale certificato è negato l'accesso al mezzo e la persona è scortata fuori

dalle zone interessate.

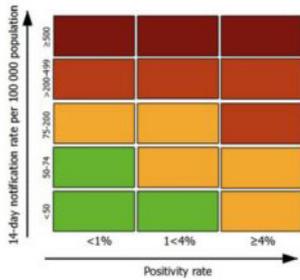
Le aziende inoltre devono rendere obbligatoria la prenotazione di treni e autobus.



*Mapa dei contagi relativi alla seconda ondata. Prodotta il 21 ottobre 2020*



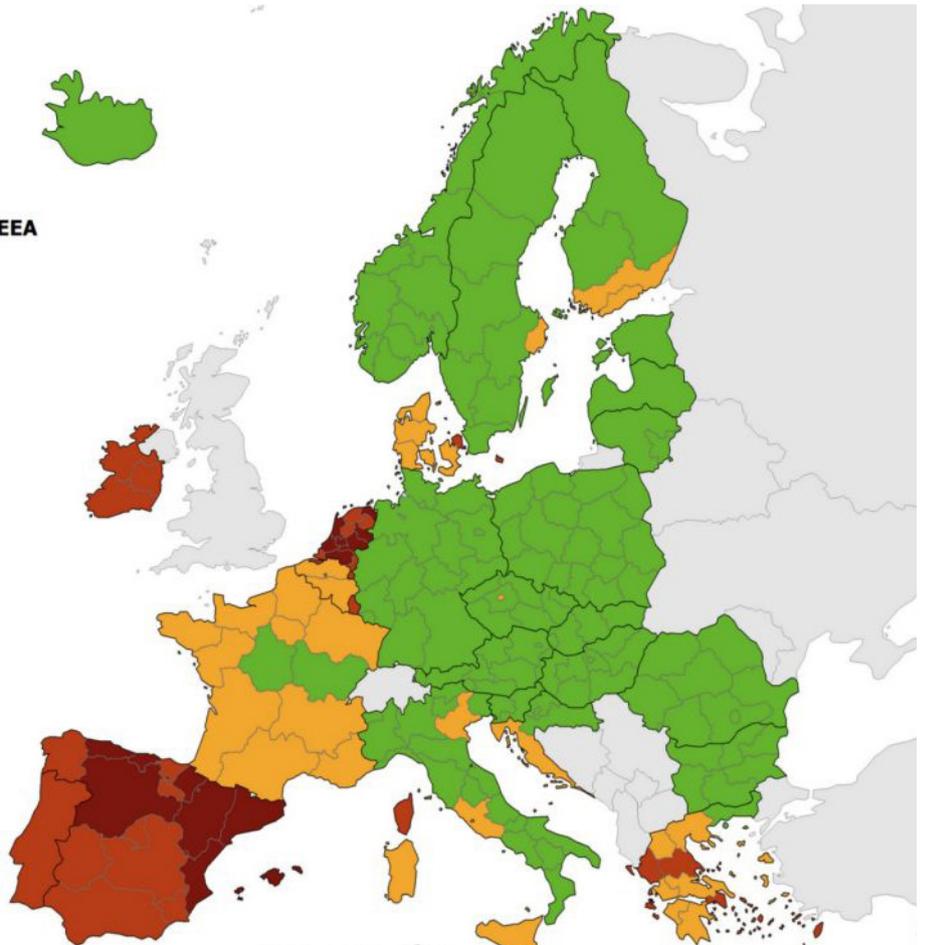
**14-day COVID-19 case notification rate per 100 000 population and test positivity, EU/EEA weeks 27 - 28**



- Testing rate < 300 per 100 000 population
- No data available
- Not included

Regions not visible in the main map extent

- Azores
- Guadeloupe and Saint Martin
- La Reunion
- Martinique
- Canary Islands
- Guyane
- Madeira
- Mayotte



*Mapa dei contagi e diffusione della Variante Delta. Prodotta il 22 luglio 2021*

A photograph of a person with their hair in a bun, seen from behind, sitting on a yellow exercise machine in a gym. The person is wearing a dark top. The gym environment is visible through a window in the background, showing other equipment and a bright, slightly blurred scene. A large white number '2' is overlaid on the left side of the image.

2



# LO STATO DELL'ARTE

## 2.1 Attuali configurazioni degli allestimenti interni dei mezzi di trasporto pubblico

### 2.1.1 Le tipologie di trasporto pubblico urbano

Per trasporto pubblico locale si intende il complesso dei servizi di trasporto pubblico atti a garantire gli spostamenti di persone o cose su scala locale, ovvero all'interno di un comune, città o regione, e sottoposto alla diretta amministrazione di aziende pubbliche o private che operano secondo le concessioni degli enti locali, gestendo tutti quegli aspetti che fanno del trasporto pubblico un servizio indifferenziato come orari, frequenze itinerari etc.

Il Trasporto Pubblico Urbano invece altro non è che quella porzione di Trasporto Pubblico Locale che opera esclusivamente nei centri urbani, e si serve di diversi mezzi di trasporto, ciascuno con caratteristiche differenti, in grado di offrire un'alternativa più conveniente in termini di sostenibilità ed economicità rispetto al trasporto privato.

Entrando nel merito una prima classificazione dei mezzi di trasporto pubblico urbano può essere la seguente:

1. Trasporti su rotaia: a questa categoria appartengono tutti quei veicoli che si muovono esclusivamente sulle linee di binari ad essi adibiti e che sono alimentati elettricamente. Tra gli esempi principali si menzionano treni suburbani, metropolitane e tram.
2. Trasporti su gomma: appartengono a questa categoria tutti quei mezzi pubblici che rispetto ai mezzi su rotaia non hanno alcun vincolo e possono muoversi direttamente sulla sede stradale. Tra le tipologie si trovano filobus e autobus. I primi, ovvero i filobus, sono mezzi simili esteticamente agli autobus, ma sono alimentati da una linea elettrica che segue l'andamento dell'intera tratta. Gli autobus al contrario, alimentati da motori endotermici, ibridi o elettrici, non necessitano di una linea esterna per attingere l'alimentazione elettrica.

## 2.1.2 Linee tranviarie e Autolinee

Oggetto di questo progetto di tesi sono, appartenenti alla categoria dei trasporti su rotaia, i tram e, appartenenti alla categoria dei trasporti su gomma, gli autobus.

Tram: è un veicolo adibito al trasporto urbano che circola esclusivamente sulla sede tranviaria, ovvero su quella porzione di sede stradale sui vengono incorporati i binari e le linee elettriche aeree adibiti al funzionamento del mezzo. Tra le caratteristiche principali che definiscono questa tipologia di trasporto vi sono: una grande capacità di carico, che consente di servire un elevato numero di persone ad ogni corsa, e un'elevata frequenza di fermate, che sebbene comporti un incremento nei tempi di durata della corsa, da capolinea a capolinea si intende, offre un servizio più esteso geograficamente. Per questa ragione le linee tranviarie sono le più adatte per il trasporto di un grande numero di persone a distanze ridotte, in particolare nelle aree in cui si registra una maggiore densità di

utenza, non solo per ragioni di carattere economico ma anche di carattere ambientale.

Autobus: è un veicolo che, grazie all'assenza di impianti fissi accessori, risulta essere il più diffuso nei centri urbani perché economico e versatile. Gli autobus, infatti, potendosi spostare liberamente sulla sede stradale, riescono a muoversi agevolmente nel traffico senza vincoli, in particolare quando sono ad essi destinate corsie preferenziali. In questo senso, sebbene per ragioni strutturali offrano una capacità di carico ridotta, sono comunque i più adatti zone urbane meno estese e dotate di percorsi stradali più tortuosi. Di contro i costi di utilizzo sono nettamente superiori rispetto a quelli che riguardano i tram.

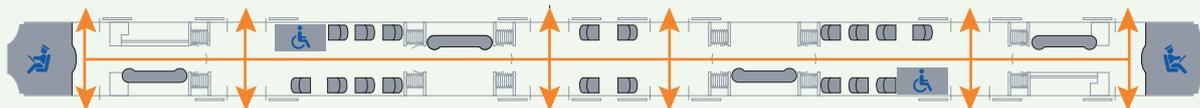
A questa categoria appartengono inoltre gli autobus articolati, anche detti autosnodati, che offrono una maggiore capacità di carico, rispetto ai normali autobus, perché costituiti da due o più elementi raccordati mediante giunto a snodo, consentendo, anche in corsa, il libero transito dei passeggeri tra le due parti.

## 2.1.3 Il bus nelle città europee: un'analisi del contesto socio-territoriale

Per ottenere un quadro più completo circa l'evoluzione che ha riguardato l'allestimento interno di autobus e tram, nell'ultimo decennio, e per capire quali siano attualmente gli aspetti estetici e funzionali maggiormente

considerati e diffusi, si è deciso di analizzare cinque differenti veicoli, di matrice europea, attenzionando le caratteristiche generali, il dimensionamento, la capacità di carico e l'uso degli spazi interni di ciascuno.

### Jumbo-Tram o Cityway Tram serie 6000



#### Caratteristiche generali:

Il Jumbo Tram è una vettura snodata molto lunga e capiente, utilizzata sulle linee più affollate della città di Milano e Torino, dove più precisamente è stato sostituito dai tram *Cityway*, i più moderni presenti nel capoluogo piemontese e costruiti dal gruppo industriale francese Alstom. Sebbene si tratti di tram bidirezionali, dotati di doppia cabina e doppi ingressi, ad oggi sono però utilizzati come monodirezionali.

#### Dimensioni:

I moderni tram Cityway, riconoscibili per via della loro carrozzeria color argento e internamente per la dominante tuberia di colore giallo, hanno una lunghezza di 34 metri, larghezza di 2,4 metri e altezza totale di 3,3 metri.

#### Capacità di carico:

In modo schematico si riportano le informazioni circa il numero di posti totali disponibili sul mezzo, così distribuiti:

- Posti totali: 198
- Posti a sedere: 34+1
- Posti in piedi: 161
- Posti di servizio: 2

#### Uso degli spazi interni e servizi offerti:

Essendo dotata di un pianale totalmente ribassato e di apparati di bordo sopraelevati, più precisamente collocati sopra il tetto, la vettura risulta spaziosa e accessibile a chiunque, non solo durante le fasi di imbarco e sbarco ma anche soprattutto durante il viaggio. Allo stesso tempo però, in caso di forte affollamento, le zone in corrispondenza dei carrelli, dove è presente una

“strettoia”, diventano piuttosto scomode a causa sia dei sedili disposti longitudinalmente sia dei portavaligie posizionati dirimpetto. In compenso, le sei porte, quattro

porte traslanti doppie e due porte traslanti singole per lato, consentono di evitare congestionamenti interni all’abitacolo salvo in casi di forte affollamento.

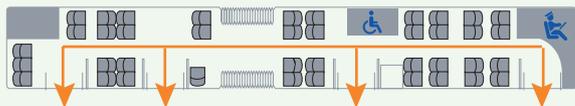


*Tram Cityway,  
linea 4.  
Alstom (Francia).  
Luogo di  
adozione:  
Torino.*



*Interno tram  
Cityway linea 10*

## Autobus Conecto New



### Caratteristiche generali:

I Conecto New sono i nuovi autobus marchiati Mercedes-Benz, introdotti a partire dall'anno 2019 nella città di Torino. Disponibile anche nella versione autosnodato, si caratterizza per via di una nuova colorazione della livrea totalmente in blu e giallo, colori simbolo della città e della compagnia di trasporti GTT.

### Dimensioni:

Sia la versione rigida da 12 metri che la versione snodata da 18 metri sono caratterizzate da una larghezza pari a 2,55 metri e un'altezza totale di 3,12 metri.

### Capacità di carico:

Come fatto in precedenza si riportano schematicamente le informazioni circa il numero di posti totali disponibili su entrambi le versioni.

Capacità complessiva fino a 101 i posti sulla vettura da 12 metri così distribuiti:

- Posti a sedere: 26-30 di cui 4 riservati ad utenti con capacità motoria ridotta.
- Posti di servizio: 1 per carrozzelle disabili.

Capacità complessiva fino a 150 i posti sulla vettura da 18 metri così distribuiti:

- Posti a sedere: 38-40 di cui 4 riservati ad utenti con capacità motoria ridotta.
- Posti di servizio: 1 per carrozzelle disabili.

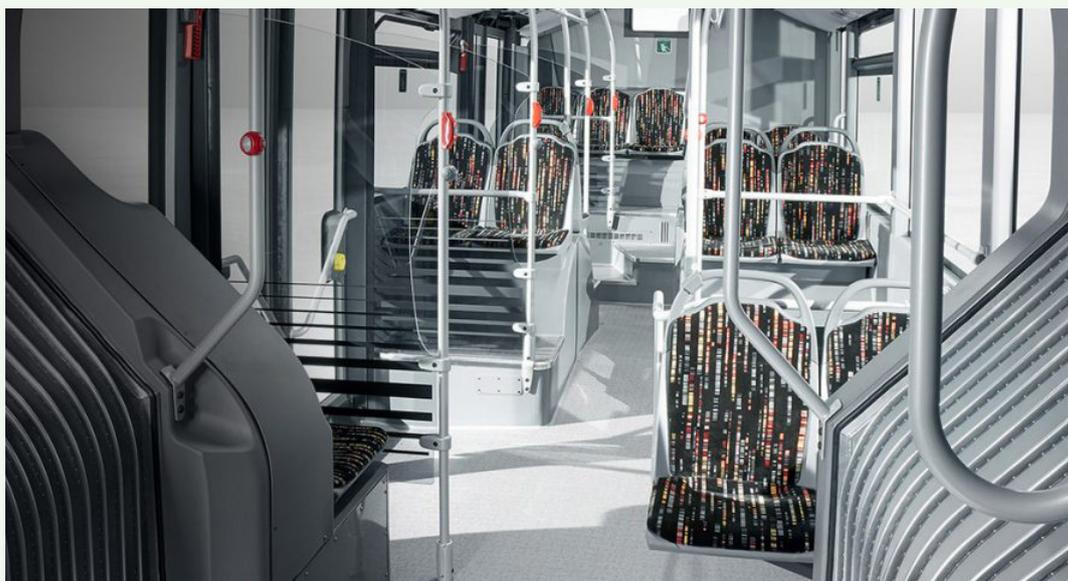
### Uso degli spazi interni e servizi offerti:

In quanto autobus di ultima generazione diversi sono gli aspetti considerati al fine di garantire un livello di comfort più elevato possibile. In primo luogo grazie alla tecnica del pianale ribassato unitamente alla funzione di kneeling, che consiste in un abbassamento del veicolo durante la sosta, si assicura una buona accessibilità da parte di tutti gli utenti attraverso le tre e quattro porte rototraslanti previste rispettivamente nella vettura da 12 e da 18 metri.

L'abitacolo, a sua volta, sebbene sia dotato di un arredamento flessibile, con sedili sospesi o rialzati, non dispone di apposite aree per i passeggeri in piedi, se non nella versione articolata in corrispondenza dello snodo. Sebbene non visibile dall'utente, un'ulteriore aspetto che contraddistingue il mezzo in questione riguarda il sistema di condizionamento composto da condizionatori a tetto ed efficaci sistemi di filtraggio, in grado di ricambiare e purificare l'aria ogni 2-4 minuti, aumentando la salubrità dell'abitacolo

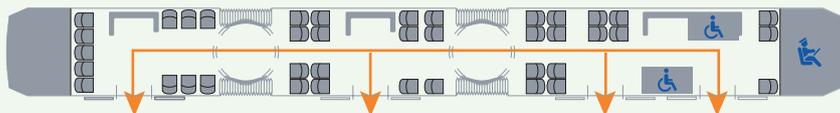


*Autobus  
Conecto New.  
Mercedes-Benz.  
Luogo di  
adozione:  
Torino.*



*Interno autobus  
Conecto New*

## Exqui.City



### Caratteristiche generali:

Exqui.City sviluppato dall'azienda belga Van Hool è la perfetta combinazione tra la flessibilità del bus e l'efficienza del tram, che con il suo aspetto lineare e aerodinamico si pone come valida alternativa alla metropolitana leggera nelle aree urbane.

### Dimensioni:

Presente sul mercato in due versioni da 18 e 24 metri, ha in entrambe le soluzioni una larghezza pari a 2,55, e un'altezza esterna ed interna rispettivamente di 3,3 e 2,8 metri.

### Capacità di carico:

Capacità complessiva della vettura da 24 metri pari a 166 passeggeri, così distribuiti:

- Posti a sedere: 40+4 (sedili ribaltabili).
- Posti riservati per sedie a rotelle: 2.

### Uso degli spazi interni e servizi offerti:

Le quattro porte di accesso, di cui due dotate di rampa a scomparsa, un pianale ribassato e ampi corridoi in tutto il veicolo assicurano un rapido ricambio di passeggeri e un flusso ottimale. Gli interni a loro volta, caratterizzati da linee stilistiche tipiche di un tram, si distinguono per il generoso volume abitabile e per le grandi vetrate che avendo una cintura bassa garantiscono l'ingresso di una generosa quantità di luce naturale che aumenta quel senso di comfort e 'vivibilità'.

Contrariamente agli esempi precedenti, una particolare attenzione è stata posta anche nella progettazione delle aree di sosta per i passeggeri che viaggiano in piedi dotate di appositi supporti imbottiti applicati a parete. Si aggiungono i lettori di carte e distributori automatici di biglietti adiacenti a tutte e quattro le doppie porte, che consentono un ingresso libero dei passeggeri.

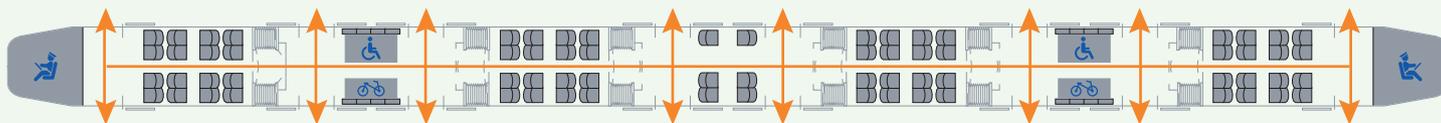


*Tram Exqui.City.  
Van Hool  
(Belgio).  
Luogo di  
adozione:  
Barcellona.*



*Interno tram  
Exqui.City*

## Tramlink



### Caratteristiche generali:

Tramvia modulare, scalabile e flessibile, a pianale ribassato, senza barriere e multi-articolata, prodotta dall'azienda svizzera Stadler nella fabbrica di Valencia. Questa tipologia di tram attualmente in uso in Inghilterra, Svizzera, Germania, Brasile, Austria, entro i prossimi sei anni entrerà a far parte anche della flotta milanese in occasione delle Olimpiadi.

### Dimensioni:

I veicoli, sfruttando il principio della modularità, possono raggiungere una lunghezza compresa tra i 18 e circa 47 metri, e hanno una larghezza e altezza rispettivamente di 2,4 e 3,5 metri, considerando un'altezza di incarrozzamento di 320 mm.

### Capacità di carico:

Ad una variabile lunghezza del mezzo corrisponde chiaramente una variabile capacità di carico compresa infatti tra 115 e 300 posti complessivi, tra posti in piedi e seduti.

### Uso degli spazi interni e servizi offerti:

Il Tramlink è un veicolo bidirezionale, che progettato sul principio della modularità, si compone di unità di base,

carrozze in acciaio inox duplex, che si possono unire tra loro. Sul principio della flessibilità invece si basa la progettazione dell'abitacolo interno che può essere configurato in maniera personalizzata, così come anche la posizione delle porte, che a sua volta può essere adeguata in base alle esigenze.

Entrando nel merito, il multiarticolato bidirezionale a pianale ribassato, è dotato di un allestimento interno, che grazie alla presenza di profili Halfen sulla parete, può assumere diverse configurazioni senza modifiche al rivestimento interno. In questo senso è possibile variare, direttamente nei depositi e per tutta la durata della fase di utilizzo del veicolo, le configurazioni dei sedili. A ciò si aggiungono aree polivalenti dotate di sedili reclinabili che in caso di non utilizzo lasciano spazio a due ampi posti riservati ad utenti con mobilità ridotta e a quattro portabiciclette. Inoltre, unitamente al pianale ribassato, le otto porte scorrevoli, per ciascun lato, e la simbiosi carrello-veicolo, che consente l'installazione di un totale di 16 posti (4x4), in corrispondenza dei passaruota sopra le aree dei carrelli, raggiungibili senza rampe o gradini, rendono il mezzo accessibile ad ogni tipologia di utenza e conseguentemente favoriscono un rapido scambio di passeggeri.

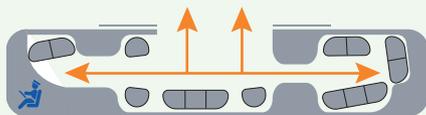


*Tram Tramlink.  
Stadler  
(Valencia).  
Luogo di  
adozione:  
Svizzera.*



*Interno tram  
Tramlink*

## Future Bus City Pilot



### Caratteristiche generali:

Il Mercedes-Benz Future Bus rappresenta una vera e propria rivoluzione nell'ambito del trasporto cittadino, perché, grazie alla tecnologia di guida autonoma *Highway Pilot* e ad un complesso sistema di elementi accessori quali sensori, telecamere, GPS integrato e sistema di comunicazione wireless, è in grado di percorrere una tratta di 20 km in completa autonomia. Il mezzo infatti è in grado di riconoscere e comunicare con i semafori, superare conseguentemente in sicurezza eventuali incroci ed è altresì in grado di riconoscere ostacoli e pedoni, di fermarsi e garantire l'imbarco e lo sbarco attraverso l'apertura e chiusura porte automatizzata.

### Dimensioni:

L'autobus, innovativo anche sotto un profilo strutturale, è lungo solo circa 12 metri, largo 2,5 metri e alto circa 3 metri è basato sul Citaro ma completamente rinnovato in termini di design esterno e interno con linee armoniose e contorni asimmetrici.

### Capacità di carico:

Per via delle dimensioni ridotte, il numero complessivo di posti a sedere è pari a 16, accessibili indistintamente a persone normodotate e persone con mobilità ridotta, ma

non sono comunque presenti posti riservati a passeggeri in carrozzina.

### Uso degli spazi interni e servizi offerti:

Frutto di un'idea progettuale atta a garantire un'esperienza di viaggio unica e confortevole, il mezzo si distingue per un allestimento interno organico, dalle linee fluide ma al tempo stesso moderne. Il design a pianta aperta, ispirato ai parchi cittadini, sta alla base dell'abitacolo interno suddiviso in tre zone di seduta diverse e a seconda dei tempi di permanenza a bordo. E' quindi presente la zona Express, riservata ad utenti che hanno necessità di percorrere tratte brevi e di scendere e salire rapidamente, vi è la zona Service pensata per coloro che invece hanno bisogno di maggiori informazioni sul percorso e infine vi è una zona Lounge, realizzata per i passeggeri che percorrono tratte più lunghe, in cui è presente inoltre un sistema di ricarica wireless in cui attraverso il pad di ricarica induttivo gli utenti hanno la possibilità di caricare i propri smartphone.

Con una grande attenzione per al dettaglio ciascun componente presenta fattezze "uniche". I sedili ad esempio, dotati di una scocca rigida dalle linee fluide e da cuscini imbottiti, sono disposti lungo il perimetro e rivolti verso il corridoio; una scelta progettuale non

dettata dal caso ma al contrario ispirata alla natura più aperta e comunicativa della comunità olandese.

Il tema del parco pubblico, che veicola l'intero progetto, è stato ripreso dal soffitto asimmetrico, dai mancorrenti verticali che si diramano come tronchi di un albero verso il soffitto dove a sua volta l'illuminazione ne rievoca il fogliame.

L'elevata tecnologia si manifesta invece grazie ai due ampi display che forniscono informazioni sempre aggiornate in merito ai percorsi e news, attraverso il sistema di biglietto elettronico e infine mediante le due porte di accesso, poste al centro della vettura che, per facilitare le fasi imbarco e sbarco, sono dotate di un'illuminazione led integrata che si colora di rosso e di verde per indicare la porta corretta da utilizzare.



*Future Bus City  
Pilot.  
Mercedes-Benz.  
Luogo di  
adozione:  
prototipo.*



*Interno Future  
Bus City Pilot.*

## 2.1.4 Disposizioni sulle normative di omologazione dei mezzi

Ovviamente al di là di quelle che possono essere scelte stilistiche personalizzate, la progettazione di un allestimento interno per mezzi di trasporto pubblico non può prescindere da una regolamentazione chiara e definita atta a garantire quelle prestazioni minime in termini di sicurezza e di comfort.

In questi termini il sistema normativo più diffuso relativo alla costruzione e messa in circolazione di vetture destinate al trasporto pubblico urbano, secondo standard costruttivi specifici, è quello concordato dalla **Commissione economica per l'Europa delle Nazioni Unite** (UN/ECE): trattasi del *Regolamento n.107 - Disposizioni uniformi relative all'omologazione dei veicoli di categoria M2 o M3* (veicoli destinati al trasporto di persone, aventi più di 8 posti a sedere oltre al sedile del conducente) *con riguardo alla loro costruzione generale [2015/922]*.

Prima di procedere con l'analisi dettagliata circa le specifiche tecniche che veicolano la progettazione dei principali componenti di un allestimento interno, lo stesso documento, fornisce un'ulteriore categorizzazione dei veicoli, che si è deciso qui di riportare per comprendere

al meglio l'oggetto di questo progetto di tesi.

I veicoli destinati al trasporto di persone su strada si suddividono infatti ulteriormente in tre classi:

- «Classe I»: comprende i veicoli che dispongono di spazi destinati ai passeggeri in piedi, per consentire loro spostamenti frequenti all'interno dell'abitacolo;
- «Classe II»: comprende veicoli destinati principalmente al trasporto di passeggeri seduti, progettati in modo da poter trasportare anche passeggeri in piedi ma nella corsia e/o in un'area dell'abitacolo, la cui estensione non è superiore allo spazio occupato da due sedili doppi.
- «Classe III»: comprende quei veicoli destinati esclusivamente al trasporto di passeggeri seduti.

Come si può dedurre, autobus, autosnodati e tram appartengono alla prima categoria, in questo senso tutte le informazioni estratte dal Regolamento n.107 e riportate di seguito faranno riferimento esclusivamente ad essa. Nello specifico, l'omologazione dei tram e delle infrastrutture complementari, in Italia, è a cura dell'USTIF<sup>10</sup> che fa riferimento alle prescrizioni indicate dalla norma UNI 11174:2014.

---

10. USTIF: Ufficio Speciale Trasporti a Impianti Fissi. Ente del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (MIT) italiano.

## 2.2 Standard strutturali e specifiche tecniche dei componenti

Come già accennato nel paragrafo precedente, per avere una chiara visione di quali siano i vincoli tecnici che veicolano l'organizzazione degli spazi e le specifiche dei singoli componenti, nell'ambito della progettazione

interna dei mezzi di trasporto pubblico urbano, sono state estratte dal *Regolamento n.107* le informazioni più utili circa gli aspetti che si è deciso di attenzionare in questo progetto di tesi.

### 2.2.1 Dimensionamento dell'abitacolo interno

Partendo da quello che è il dimensionamento dell'abitacolo interno, che chiaramente rappresenta il vincolo più grande, la normativa prevede che per il calcolo della superficie complessiva destinata ai passeggeri ( $S_0$ ), dalla superficie totale del pavimento del veicolo vanno sottratti:

1. L'area di guida.
2. L'area occupata dai gradini di accesso alle porte o di qualsiasi altro gradino la cui profondità è inferiore a 300 mm e dalla porta e dal suo meccanismo quando viene azionata.
3. L'area di tutti gli spazi in cui l'altezza libera verticale dal pavimento è inferiore a 1350 mm.
4. L'area di tutte le parti del veicolo non adibite all'accesso dei passeggeri.
5. L'area di tutti gli spazi esclusivamente riservati al trasporto dei bagagli o delle merci e dai quali i passeggeri sono esclusi.

Mentre per quanto concerne la superficie complessiva destinata ai posti in piedi ( $S_1$ ) basta sottrarre ad  $S_0$ :

1. L'area di tutte le parti del pavimento con una pendenza superiore ai valori massimi ammessi: l'8 % longitudinale e in senso trasversale.
2. L'area non occupabile dai passeggeri in piedi quando tutti i sedili sono occupati, ad eccezione dei sedili pieghevoli.
3. L'area di tutte le parti in cui l'altezza libera dal pavimento è inferiore all'altezza della corsia di 1900 mm.
4. L'area di 300 mm che si trova di fronte a tutti i sedili non pieghevoli, tranne nel caso di sedili rivolti verso un lato del veicolo, nel qual caso detta dimensione può essere ridotta a 225 mm. In caso di configurazione variabile dell'abitacolo e di disposizione dei sedili personalizzabile, l'area di fronte a qualsiasi sedile considerato occupabile.
5. L'area del vano di alloggiamento per sedie a rotelle, occupata da una persona su sedia a rotelle.

Per quanto riguarda le corsie destinate ad accogliere il flusso interno dei passeggeri, lo spazio deve essere tale da garantire il passaggio di una sagoma di prova delle seguenti dimensioni mostrate in tabella 2.1.

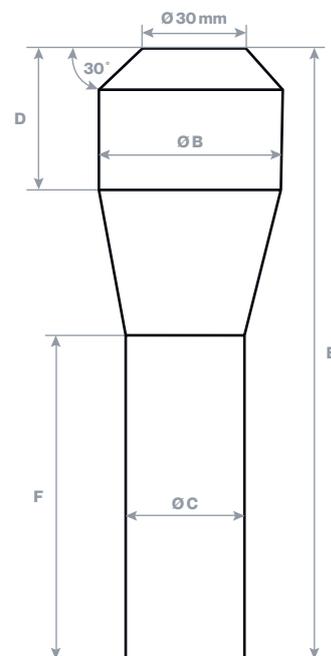
Entrando nel merito, valgono inoltre le seguenti prescrizioni:

1. La sagoma di prova può entrare in contatto con le maniglie pensili o con altri oggetti flessibili, quali elementi delle cinture di sicurezza, che possano essere spostati facilmente, al contrario non deve poter urtare monitor o display posizionati sopra la corsia centrale.
2. Nel caso di veicoli snodati, la sagoma di prova, deve poter attraversare, la sezione di snodo senza ostacoli, in questo senso nessuna parte del rivestimento flessibile della sezione, soffietti compresi, deve ingombrare la corsia.
3. Il passaggio della sagoma di prova non deve essere ostruito da eventuali sedili reclinabili installati a ridosso della corsia centrale.

Tabella 2.1

<b>Classe</b>	<b>B (mm)</b>	<b>C (mm)</b>	<b>D (mm)</b>	<b>E (mm)</b>	<b>F (mm)</b>
<b>A</b>	550	350	500	1900	900
<b>B</b>	450	300	300	1500	900
<b>I</b>	550	450	500	1900	900

Tabella con dimensioni per la sagoma di prova



Sagoma di prova atta a stabilire lo spazio necessario da destinare al corridoio del mezzo di trasporto pubblico urbano.

## 2.2.2 Pavimentazione e superfici interne

Il pavimento nel comparto passeggeri, disposto su un unico livello o su più livelli, deve essere il più possibile orizzontale e conforme a quanto previsto dall'Art. 5.2.3 della norma UNI 11174:2014, secondo cui la pendenza non deve essere superiore al 5% sia in senso longitudinale che in senso trasversale.

Il rivestimento superficiale, secondo la norma CEI EN 45545 HL2, deve avere invece uno spessore compreso fra 2 e 3 mm, con proprietà antiscivolo R10 secondo la classificazione DIN 51130 ®, possibilmente senza giunzioni a vista e con un profilo tale agevolare le operazioni di pulizia dell'abitacolo.

Al fine di evitare possibili infiltrazioni di acqua verso le sottostanti strutture, il rivestimento deve essere inoltre conformato a "vasca", ovvero deve essere dotato di opportuno risvolto, di almeno 6 cm, lungo tutte le pareti perimetrali.

In generale i materiali utilizzati devono necessariamente essere antisdrucchiolo, ignifughi, antimuffa, idrorepellenti, in grado di smorzare le vibrazioni e antiriflesso, per questo tra le soluzioni più comunemente usate si trovano (*Tabelle 2.2; Grafici 2.1*):

1. **Vinilico:** i pavimenti realizzati in materiale vinilico godono di un'alta resistenza ai graffi e di una facile pulibilità, inoltre grazie alla presenza di particelle di ossido di alluminio sono altamente resistenti allo scivolamento.
2. **Floccato:** i pavimenti floccati sono caratterizzati da una fitta rete di fibre di nylon, che li rende igienici e facili da pulire, silenziosi e antiscivolo. Le fibre di nylon in aggiunta possiedono un'ottima resistenza all'usura, un'elevata elasticità e una notevole resistenza alle muffe e batteri.
3. **Simil Linoleum:** le pavimentazioni in simil linoleum oltre a godere dell'aspetto naturale, hanno alte prestazioni antiscivolo e sono facili da pulire e gestire nel tempo perché presentano la superficie laccata in PU, unitamente ad un'elevata resistenza al graffio.
4. **PVC Bullonato:** si tratta di una soluzione economica che garantisce buona resistenza allo scivolamento e un buon isolamento acustico. La presenza di "bulloni", però, permette alla polvere di depositarsi nelle scanalature, rendendo necessaria una particolare attenzione alla pulizia e ai prodotti da usare per il mantenimento delle sue caratteristiche estetiche.

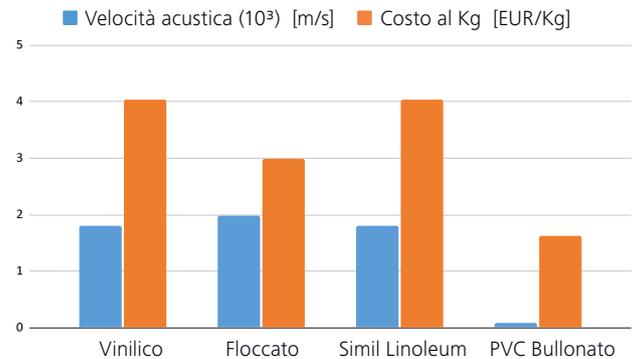
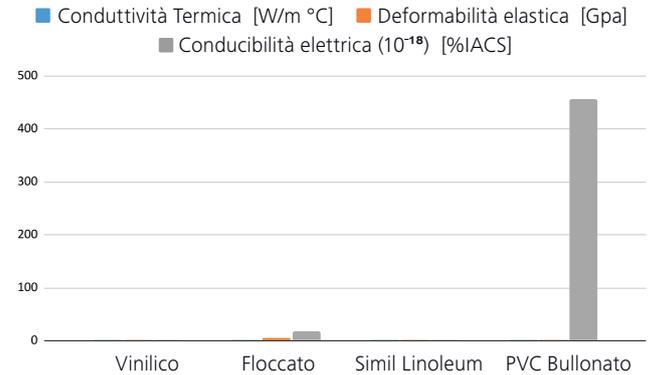
Tabelle 2.2

Materiale	Conduttività termica [W/m. ° C]	Modulo di Young [GPa]	Conducibilità elettrica ( $10^{-18}$ ) [IACS%]
<b>Vinilico</b>	0,290	0,009	0,00018
<b>Floccato</b>	0,245	4,5	18,7
<b>Simil Linoleum</b>	0,290	0,009	0,00018
<b>PVC bullonato</b>	0,119	0,0199	455,5

Materiale	Velocità acustica [ $10^3$ m/s]	Costo [EUR/Kg]
<b>Vinilico</b>	1,81	4,03
<b>Floccato</b>	1,98	2,99
<b>Simil Linoleum</b>	1,81	4,03
<b>PVC bullonato</b>	0,09	1,62

Tabelle con elenco di valori relativi ai materiali utilizzati nella pavimentazione dei mezzi di trasporto pubblico locale

Grafici 2.1

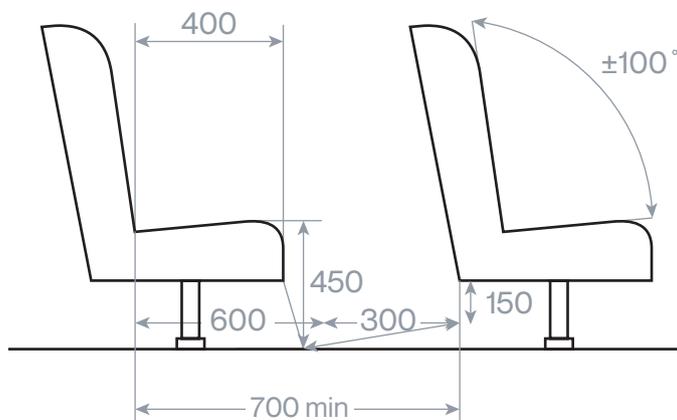


Grafici con valori a confronto

## 2.2.3 Disposizione ed ergonomia dei posti a sedere

(Quote in mm)

Figura 2.1



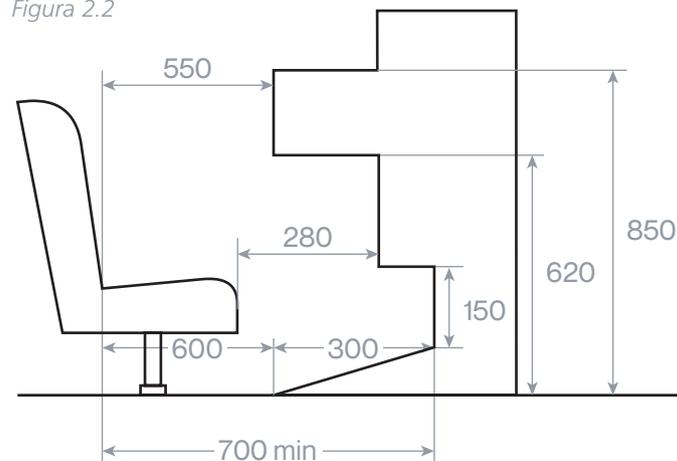
Spazio limite per i piedi dei passeggeri seduti dietro un sedile o su un sedile rivolto verso la corsia.

Secondo la normativa, il veicolo deve disporre di un numero di sedili, esclusi quelli pieghevoli, almeno uguale al numero di metri quadrati di pavimento disponibile per i passeggeri e per l'eventuale personale di servizio, arrotondato all'intero, da indicarsi, attraverso apposite marcature, in prossimità dell'area di guida.

I sedili, al fine di garantire requisiti minimi di sicurezza e comfort, devono essere disposti rispettando le seguenti disposizioni:

La distanza minima tra due sedili rivolti nella stessa direzione, sia essa fronte marcia o spalle marcia, calcolata dalla parte anteriore dello schienale imbottito di un sedile

Figura 2.2



Spazio limite per i passeggeri seduti dietro una parete divisoria o un'altra struttura rigida diversa da un sedile.

e la parte posteriore dello schienale del sedile che lo precede ed ad un'altezza di circa 400 mm dal pavimento, deve essere, come mostrato in *Figura 2.1*, non meno di 700 mm.

Per quanto riguarda i sedili disposti l'uno di fronte l'altro, la distanza minima, calcolata tra lo schienale interno di uno e dell'altro, deve essere minimo di 1300 mm.

Per ciò che concerne i sedili disposti dietro una parete o qualsiasi superficie rigida (*Figura 2.2*), diversa da un sedile, occorre lasciare uno spazio minimo di 550 mm all'altezza della testa, alle ginocchia uno spazio minimo

di 280 mm e ai piedi uno spazio minimo di 300 mm, rispettivamente ad un'altezza massima di 850, 620 e 150 mm.

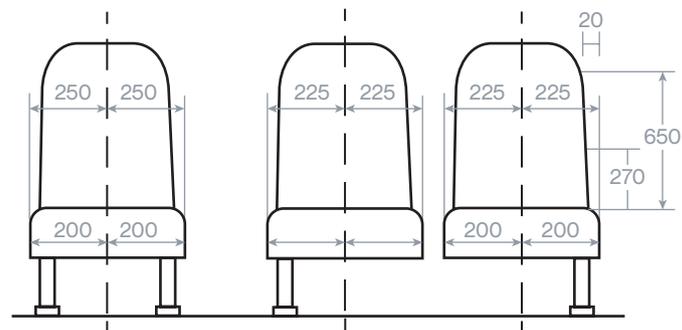
Infine per quanto riguarda eventuali sedili ribaltabili, il loro posizionamento deve essere calibrato in relazione all'ingombro del sedile medesimo in fase d'uso, mentre per tutti i sedili rivolti verso il corridoio va considerato, oltre lo spazio per la sagoma di prova cilindrica, uno spazio per i piedi di minimo 300 mm.

Al regolamento UN/ECE 107 fanno anche riferimento le dimensioni minime da considerare nella progettazione, in termini ergonomici, dei sedili, così come segue:

- La larghezza dello schienale, calcolata a circa un'altezza di 700 mm da terra, deve essere di circa 500 mm. (Figura 2.3)
- La seduta, sia essa singola o accoppiata ad un altro sedile deve avere una larghezza pari o maggiore a 400 mm, una profondità di 350 mm e un'altezza da terra, calcolata rispetto al punto più alto del sedile, compresa tra 400 e 500 mm, riducibile altresì a 350 mm in caso di sedili su passaruota.

(Quote in mm)

Figura 2.3



Larghezza dei sedili per passeggeri.

Come nel caso della pavimentazioni, anche i sedili devono rispondere a elevate prestazioni in termini di resistenza meccanica atta a supportare l'utenza e a resistere ad eventuali atti vandalici, resistenza al fuoco e idrorepellenza alle quali si aggiungono facile pulibilità, manutenibilità, accessibilità, stabilità e comfort.

Per queste ragioni tra i materiali rigidi maggiormente impiegati si trovano (*Tabelle 2.3; Grafici 2.2*):

1. **Polietilene (HDPE):** è un polimero atossico, anallergico e idrorepellente, rispetto al grado a bassa densità possiede una maggiore resistenza agli agenti chimici e alla trazione. Se soggetto a irradiazione solare diretta può presentare infragilimento.
2. **Poliuretano (PU):** è un polimero termoindurente molto durevole, idrorepellente e con eccellente proprietà di isolamento termico. Presenta scarsa resistenza a compressione e ad agenti chimici e biologici.
3. **PVC:** è un polimero termoplastico molto versatile nell'utilizzo, con buona idrorepellenza e robustezza. Si presenta come materiale autoestinguente e con elevato modulo di Young, ma risulta essere sensibile ai raggi UV e agli agenti chimici organici. Generalmente deve essere additivato con plastificanti.
4. **Polipropilene (PP-I-FR):** è un polimero termoplastico caratterizzato da un elevato carico a rottura, elevata duttilità, ottima resistenza

all'abrasione. Presenta buone proprietà di ritardo alla fiamma e si presta per lo stampaggio ad iniezione.

5. **ABS-FR:** è un polimero termoplastico tenace, resistente agli urti e autoestinguente. Ha un basso coefficiente di ritiro, elevata resistenza alla compressione e buona resistenza ad agenti chimici organici.
6. **Compensato:** pannello costituito da un numero dispari di sfogliati di legno, incollati tra loro con le fibre generalmente perpendicolari, fattore che induce rigidità. Un materiale economico, resistente e flessibile, infatti è sagomabile attraverso appositi stampi. Se non trattato è altamente infiammabile.

Accanto ai materiali di uso tradizionale, si propongono due possibili soluzioni alternative in grado di equiparare i primi in termini di prestazioni e di rispondere a requisiti essenziali che si è deciso di valutare per la realizzazione dei sedili.

1. **Arboblend V2:** è un polimero derivato da fonti rinnovabili, costituito al 99% da lignina e da altri additivi di origine naturale. Esteticamente appare simile a polimeri classici come il PE, perché liscio e compatto, mentre meccanicamente è paragonabile a materie plastiche ad elevata resistenza come l'ABS. Ha, infatti, un'ottima resistenza a compressione e ad abrasione ma il suo costo è sopra la media.
1. **Arboform VL3:** appartenente alla famiglia del

legno liquido, è costituito da una matrice di lignina (60%) arricchita da fibre di cellulosa (40%), che gli conferiscono una colorazione marrone chiaro e rendono la superficie ruvida. Paragonabile all'MDF,

il materiale ha una rigidità maggiore rispetto a polimeri tradizionali, ma non si discosta molto dagli stessi in termini di peso. Il costo è elevato.

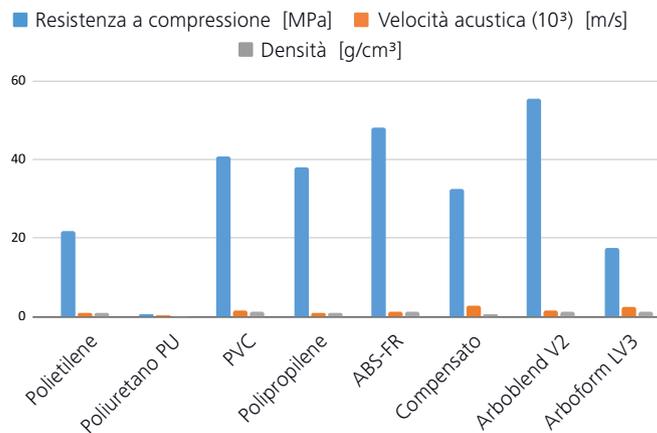
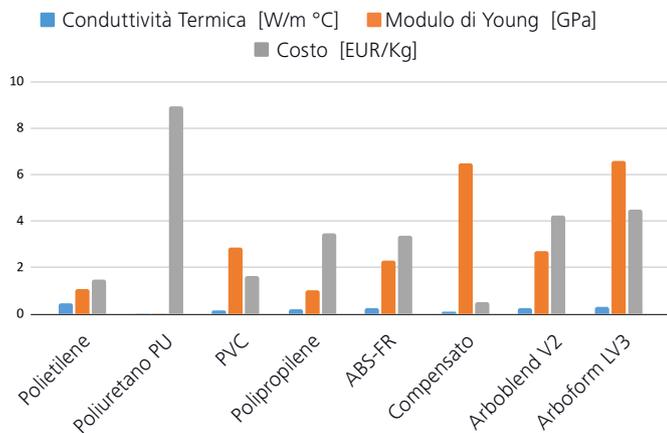
Tabella 2.3

Materiali	Conduttività termica [W/m. ° C]	Modulo di Young [GPa]	Costo [EUR/Kg]
<b>Polietilene HDPE</b>	0,4815	1,08	1,465
<b>Poliuretano PU</b>	0,03155	0,0202	8,965
<b>PVC</b>	0,178	2,89	1,655
<b>Polipropilene 4PP-I-FR</b>	0,2295	1,03	3,47
<b>ABS-FR</b>	0,264	2,31	3,395
<b>Compensato</b>	0,12	6,5	0,496
<b>Arboblend-V2</b>	0,255	2,7	4,25
<b>Arboform-VL3</b>	0,325	6,6	4,5

Materiali	Resistenza a compressione [MPa]	Velocità acustica [10 <sup>3</sup> m/s]	Densità [g/cm <sup>3</sup> ]
<b>Polietilene HDPE</b>	21,7	1,065	0,958
<b>Poliuretano PU</b>	0,517	0,4985	0,08
<b>PVC</b>	40,65	1,435	1,395
<b>Polipropilene 4PP-I-FR</b>	37,9	1,07	0,900
<b>ABS-FR</b>	48,25	1,39	1,185
<b>Compensato</b>	32,5	2,94	0,75
<b>Arboblend-V2</b>	55,5	1,51	1,25
<b>Arboform-VL3</b>	17,5	2,35	1,28

Tabella con elenco di valori relativi ai materiali utilizzati nei posti a sedere dei mezzi di trasporto pubblico locale

Grafici 2.2



Grafici con valori a confronto

Tra i materiali impiegati per il rivestimento di sedili imbottiti si menzionano (Tabelle 2.4; Grafici 2.3):

- 1. Similpelle TPU:** similpelle di origine petrolchimica, realizzata unendo uno strato di TPU ad un filato di fibre. Presenta un'eccellente resistenza all'abrasione e agli agenti chimici organici, oltre a caratteristiche antimicrobiche e idrorepellenti. In ambito commerciale esiste il Softex che, rispetto alla pelle sintetica convenzionale, genera circa l'85% in meno di emissioni di CO<sub>2</sub> e il 99% in meno di Composti Organici Volatili (VOC).
- 2. Similpelle PVC-P:** similpelle di origine petrolchimica, realizzata unendo uno strato di PVC ad un telo di cotone, lino o altre fibre naturali. Materiale

resistente al calore e alla luce, idrorepellente, economico, ma poco resistente all'abrasione.

- 3. Haptex:** è una pelle sintetica in poliuretano (PU) atossica, realizzata senza l'uso di solventi organici e plastificanti. Presenta un'elevata resistenza all'abrasione, ai raggi UV e buona elasticità.
- 4. Cuoio:** è un materiale ricavato dalla pelle degli animali attraverso un processo chiamato concia. Possiede una particolare struttura costituita da un intreccio tridimensionale di fibre di collagene, una proteina che dona al cuoio proprietà termoisolanti; presenta inoltre elevate caratteristiche di resistenza e igiene, una buona conducibilità elettrica, impermeabile ma allo stesso tempo traspirante.

5. **Pelle:** indica il tessuto ottenuto dalla concia di pelli animali, dallo spessore ridotto. Di natura è un materiale traspirante, molto resistente all'usura e all'abrasione. Se trattato migliora le proprietà ignifughe e di impermeabilità. Ha una bassa resistenza ad agenti chimici e raggi UV. A ciò si aggiunge un costo elevato.
6. **Ecopelle:** è un tipo di cuoio o pelle, di origine animale, conciata con metodi a basso impatto ambientale secondo la norma UNI 11427:2011. Per queste ragioni ha proprietà meccaniche e fisiche identiche alla pelle comune (in termini di durabilità, resistenza, morbidezza) ma ha un valore di mercato nettamente superiore.
7. **Starlight Bacteriostatic:** tessuto in poliestere a filamento continuo, con azione batteriostatica garantita dall'inserimento di argento metallico nella fibra, senza post trattamenti. Gli additivi integrati nella fibra consentono inoltre di rendere il tessuto ritardante di fiamma e di stabilizzarlo ai raggi UV.
8. **Microfibra:** è un materiale sintetico generalmente

costituito da due polimeri, Poliestere e Poliammide (nylon), in percentuali variabili. Estremamente assorbente, traspirante e flessibile è inoltre un tessuto anallergico, antiacaro e facilmente pulibile.

9. **Tessuto in fibra di carbonio:** è un materiale caratterizzato da una struttura fibrosa, particolarmente sottile e ampiamente utilizzato per la realizzazione di materiali compositi. Tra le sue proprietà spiccano in particolare l'elevata resistenza meccanica, la bassa densità, la capacità di isolamento termico, la resistenza a sbalzi termici e agli agenti chimici, buone proprietà ignifughe.
10. **Tessuto antistatico:** tessuto che assorbe e disperde le cariche elettriche in quanto incorpora, tra fibre di cotone e poliestere, quelle di carbonio, le quali conferiscono al tessuto caratteristiche antibatteriche, alta resistenza meccanica, proprietà ignifughe e isolamento termico.

Accanto ai materiali appena citati, si propongono come alternativa altri tessuti più o meno sviluppati che, sebbene non diffusi nel settore automotive, presentano proprietà fisiche, meccaniche e qualitative interessanti.

1. **Pinatex:** è una pelle naturale a base di fibre di cellulosa estratte da foglie di ananas, PLA (acido polilattico) e resina a base di petrolio. È un materiale leggero, presenta una buona resistenza ai raggi UV e all'abrasione, ma la resina superficiale non lo rende un materiale biodegradabile.
2. **Vegea:** similpelle realizzata a partire da materie prime vegetali riciclate: oli e fibre della vinaccia, scarto della produzione vinicola. È un materiale vegan-friendly che appare simile alla pelle di origine animale e risulta altrettanto resistente.
3. **Loden:** tessuto ottenuto dalle fibre di lana vergine sottoposte prima un processo di follatura e garzatura, lavorazioni che rendono la superficie rispettivamente idrorepellente e morbida. Tra le qualità spiccano la resistenza all'abrasione, ai raggi

UV e durabilità. È sostenibile perché privo di agenti chimici e biodegradabile.

4. **Crabyon:** fibra tessile realizzata dalla frantumazione dei gusci di crostacei e dall'estrazione del chitosano. Ha caratteristiche antibatteriche e antimicrobiche, è completamente biodegradabile, anallergica, ecologica e biocompatibile.
5. **Tencel:** fibra ecologica derivata dalla rigenerazione della cellulosa di legno. Al tatto risulta elastico e liscio, in grado di sopportare temperature fino ai 40°C. Ha un elevato modulo elastico, buona capacità di assorbire l'umidità e notevole traspirabilità.
6. **Virkill:** tessuto composto da fibre polimeriche fuse con nanoparticelle di rame che conferiscono proprietà antibatteriche e antivirali sia su Gram positivi che su Gram negativi e certificato quindi contro il virus Sars-CoV-2. Molto diffuso nel settore HO.RE.CA, è un materiale antiacaro, ipoallergenico e traspirante.

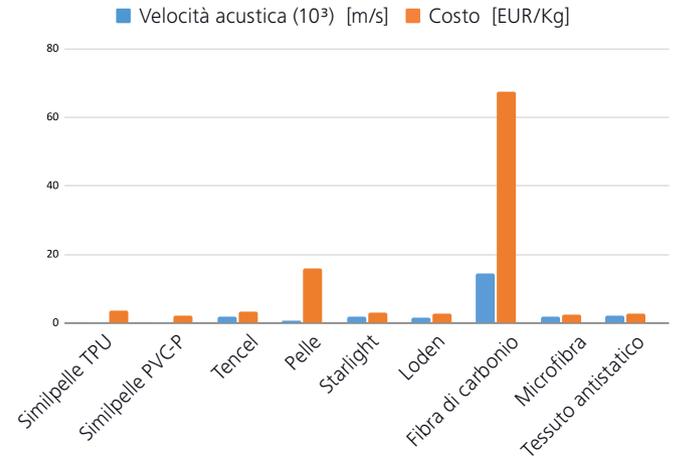
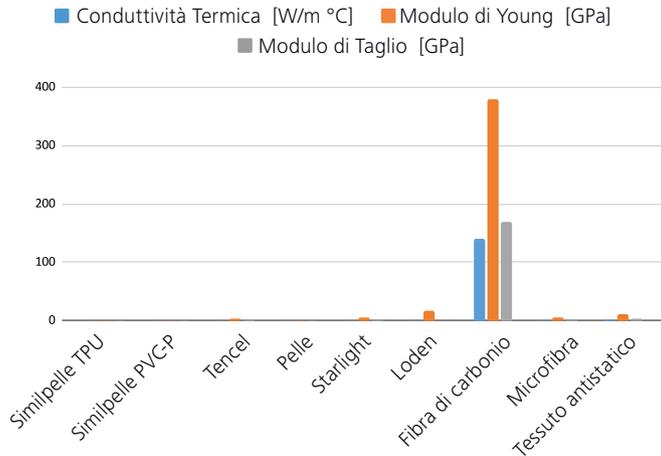
Tabella 2.4

<b>Materiale</b>	<b>Conduttività termica [W/m. ° C]</b>	<b>Modulo di Young [GPa]</b>	<b>Modulo di Taglio [GPa]</b>
<b>Similpelle TPU</b>	0,1615	0,03415	0,011475
<b>Similpelle PVC-P</b>	0,18	0,0065	0,00225
<b>Pelle</b>	0,155	0,3	0,065
<b>Starlight Bacteriostatic</b>	0,46	4,55	1,5
<b>Microfibra</b>	0,182	4,53	1,5
<b>Fibra di carbonio</b>	140	380	170
<b>Loden</b>	0,25	16	/
<b>Tencel</b>	0,145	3,25	0,61
<b>Tessuto antistatico</b>	1,6	11,6	2,76

<b>Materiale</b>	<b>Velocità acustica [10<sup>3</sup> m/s]</b>	<b>Costo [EUR/Kg]</b>
<b>Similpelle TPU</b>	0,1685	3,72
<b>Similpelle PVC-P</b>	0,07065	2,195
<b>Pelle</b>	0,55	15,95
<b>Starlight Bacteriostatic</b>	1,79	3,1
<b>Microfibra</b>	1,848	2,41
<b>Fibra di carbonio</b>	14,45	67,45
<b>Loden</b>	1,64	2,66
<b>Tencel</b>	1,795	3,385
<b>Tessuto antistatico</b>	2,258	2,7

Tabelle con elenco di valori relativi ai materiali utilizzati per i rivestimenti in tessuto sui mezzi di trasporto pubblico locale.

Grafici 2.3



Grafici con valori a confronto.

Nell'ambito dei sedili imbottiti, i materiali comunemente utilizzati per la produzione delle imbottiture sono (Tabella 2.5; Grafico 2.4):

### 1. **Poliuretano espanso elastico o**

**"Gommapiuma":** è un materiale economico di origine sintetica, non biodegradabile, che presenta proprietà fisiche molto interessanti, quali leggerezza e galleggiamento, schiacciamento, isolamento termico e acustico, resilienza e traspirabilità. Non è riciclabile.

### 2. **Schiuma viscoelastica o "Memory Foam":**

è una schiuma di PU addizionata a sostanze che ne aumentano la viscosità e la densità. Vanta le

stesse proprietà fisiche della gommapiuma, eccetto che per la proprietà di memoria di forma che la fa tornare lentamente nella sua forma iniziale dopo deformazione. Non è biodegradabile né riciclabile.

### 3. **EPU 41:** è un poliuretano elastomero altamente resiliente, non biodegradabile. Presenta un'elevata elasticità, un'eccellente resistenza allo strappo e un elevato allungamento. È progettato per la lavorazione tramite stampa 3D. Ha un costo molto elevato.

Come per altri componenti presi in esame anche nel caso delle imbottiture è stata individuata una possibile alternativa, che sebbene ancora in via di sviluppo, è da

prendere in considerazione, soprattutto in funzione di una maggiore attenzione per l'ambiente:

**4. PMVL:** è un poliesteri gommoso derivato dallo zucchero, con caratteristiche meccaniche simili a

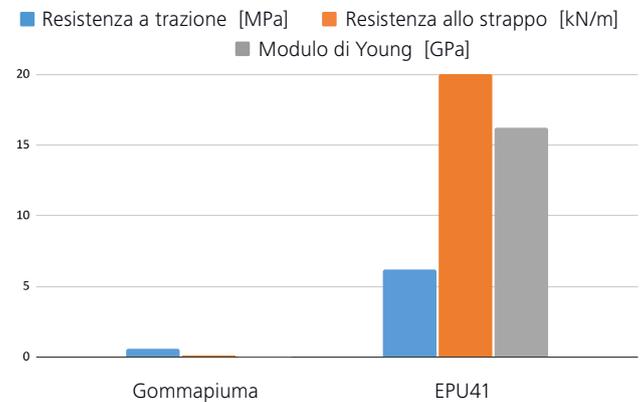
Tabella 2.5

Materiale	Resistenza a trazione [Mpa]	Resistenza allo strappo [kN/m]	Modulo di Young [GPa]
Gommapiuma	0,6	0,12	0,02
EPU-41	6,2	20	16,25

Tabella con elenco di valori relativi ai materiali utilizzati nelle parti imbottite dei mezzi di trasporto pubblico locale.

quelle dei poliuretani in commercio. Si tratta di un materiale biodegradabile e riciclabile ancora in fase di sviluppo scientifico, di cui però non sono ancora state rese note le caratteristiche ed il costo.

Grafico 2.4



Grafici con valori a confronto.

## 2.2.4 Posti riservati

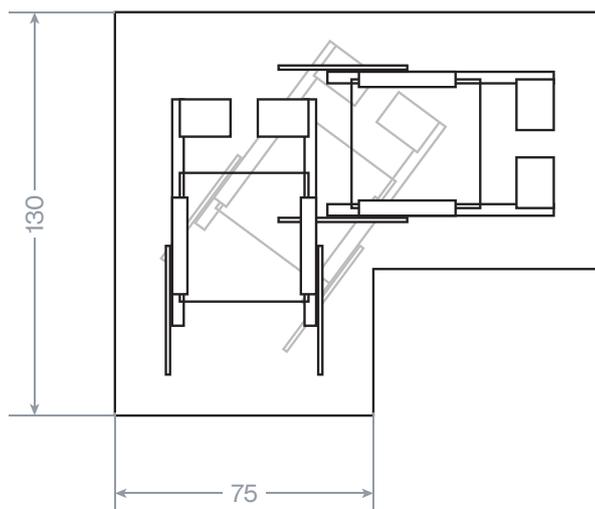
I veicoli di classe I devono essere accessibili a tutte le categorie di utenza, compresi individui con capacità motoria ridotta deambulanti e non; per i primi è così previsto un numero di posti a sedere riservati uguale o maggiore a 4, tendenzialmente evidenziati attraverso una colorazione diversa da quella che caratterizza i sedili standard, mentre per gli utenti in sedia a rotelle sono da destinare apposite aree di stazionamento aventi una larghezza di almeno 750 mm e una lunghezza di 1300 mm (Figura 2.4).

Poiché, per legge è possibile integrare al vano di alloggiamento per sedia a rotelle anche, lo spazio utile

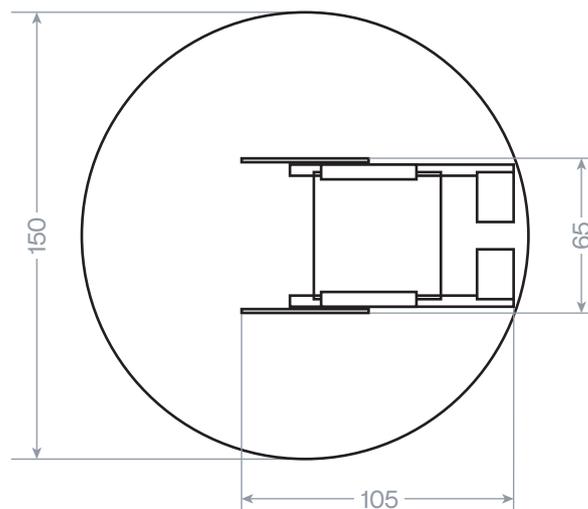
per ospitare un passeggino o una carrozzina aperti, è necessario in tale zona o accanto ad essa indicare la presenza del posto riservato tramite opportuna marcatura. Nel caso dei tram, due sono le aree da riservare, con configurazione tale da garantire l'alloggiamento della sedia a rotelle spalle marcia. La postazione dovrà quindi prevedere uno schienale/paratia fissa che indichi e delimiti chiaramente l'area riservata, un mancorrente, una cintura di sicurezza a due punti e una pulsantiera fissata a parte, dotata di tutti i comandi utili quali: consenso all'avviamento, emergenza e prenotazione di fermata.

Figura 2.4

(Quote in cm)



Spazi di manovra con svolta di 90°.

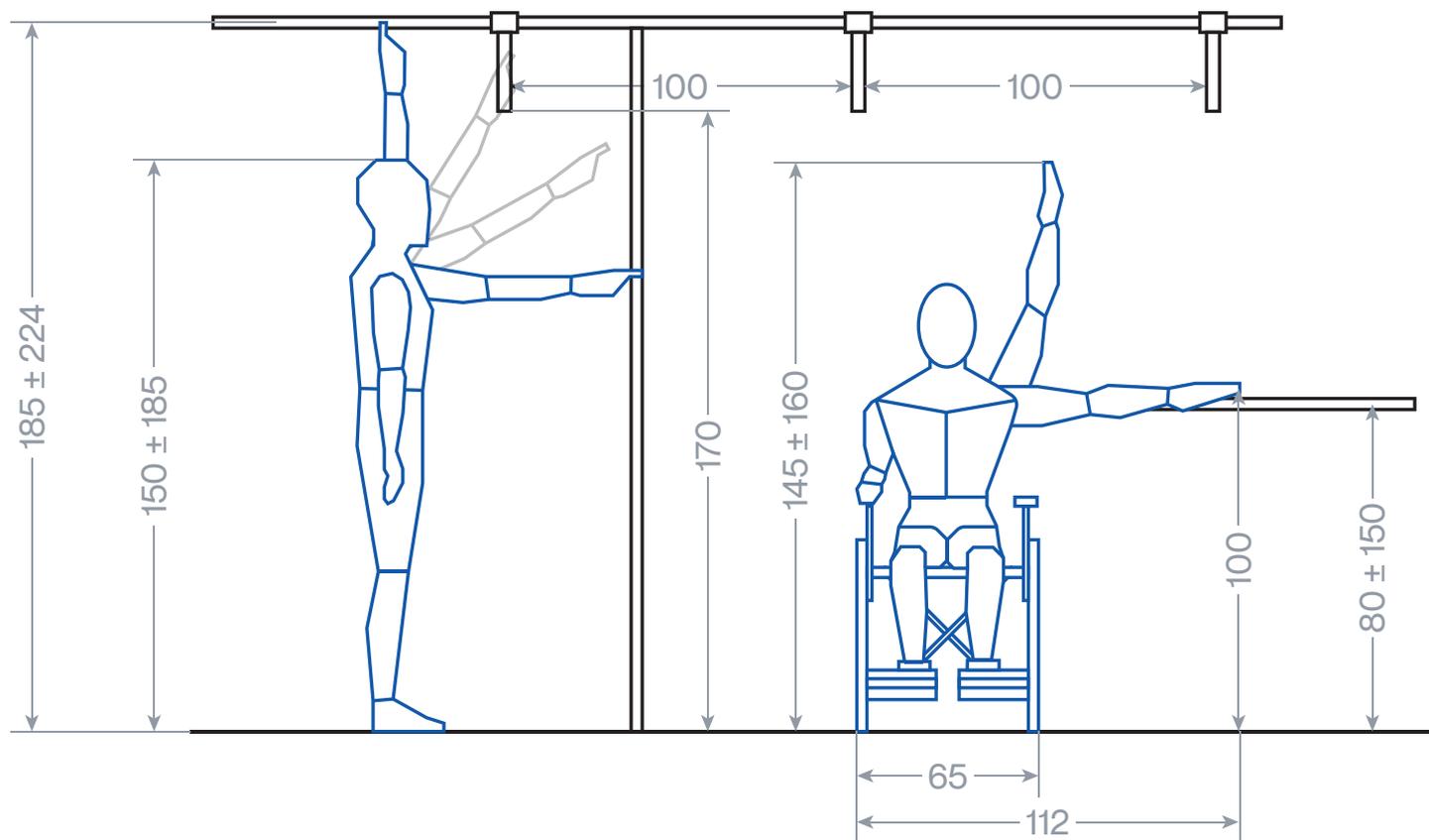


Spazi di manovra con rotazione completa.

## 2.2.5 Mancorrenti e maniglie

(Quote in cm)

Figura 2.5



Secondo quanto riportato dalla normativa di riferimento, mancorrenti e maniglie rappresentano elementi da progettare e disporre lungo l'abitacolo in modo tale da non essere un rischio per l'utenza e di essere un valido supporto, in particolare per i passeggeri in piedi. Per queste ragioni la loro conformazione non può prescindere da un'analisi circa le misure dell'uomo, offrendo in virtù delle stesse, una presa agevole e salda. Entrando nel merito varranno le seguenti disposizioni:

I corrimano devono avere una lunghezza di almeno 100 mm per offrire la presa ad una mano e una sezione compresa tra minimo 20 mm e massimo 45 mm, ad eccezione dei corrimano posizionati sulle porte e sui sedili che possono avere una sezione minima di 15 mm.

Per ciò che invece riguarda la loro disposizione lungo l'abitacolo, al fine di garantire un'agevole possibilità di appiglio, corrimano e maniglie devono essere presenti in un numero sufficiente lungo tutto il veicolo, in particolare in prossimità delle aree dedicate ai passeggeri in piedi, in cui vanno collocati ad un'altezza minima compresa tra 800 e 1500 mm dal pavimento (*Figura 2.5*).

In tutti i casi però la distanza minima tra i corrimano/maniglie, per la maggior parte della loro lunghezza, e la parte adiacente della carrozzeria o delle pareti del veicolo, deve essere di almeno 40 mm.

In corrispondenza dei vani di ingresso e uscita, al fine di rendere il mezzo accessibile ad ogni categoria di utenza, eventuali corrimano e/o maniglie vanno collocati in ciascun lato nel caso di porte singole, al contrario nel caso di porte doppie è sufficiente un unico montante centrale. In entrambi i casi, al fine di offrire un punto di presa alla portata di una persona in piedi a terra in prossimità della porta di accesso o sui gradini di accesso, senza che essi rappresentino un rischio, i corrimano/maniglie devono essere situati, verticalmente, a un'altezza compresa tra 800 mm e 1100 mm dal suolo.

Al fine di ridurre al minimo le vibrazioni e facilitare le operazioni di pulizia del vano passeggeri, gli ancoraggi al suolo dovranno essere ridotti al minimo ed essere dotati di messe a terra secondo la *Circolare Ministeriale n° 4/81*, ovvero ancorati alla struttura delle casse in modo tale da evitare vibrazioni degli stessi.

Al di là di una colorazione a contrasto rispetto all'intero abitacolo, mancorrenti, maniglie o montanti, devono essere dotati di una superficie antiscivolo e idrorepellente e di un'architettura che non presenti curvature pronunciate. Tra i materiali più utilizzati per i mancorrenti, sia verticali che orizzontali, sono stati selezionati i seguenti (*Tabella 2.6; Grafici 2.5*):

1. **Acciaio inox:** vanta un'ottima durabilità in quanto altamente resistente a ruggine, corrosione, acqua e ad acidi ossidanti. Ha un elevato coefficiente igienico ed è facile da pulire. È un materiale inerte che può essere sterilizzato per via termica, chimica o tramite trattamento superficiale.
2. **Acciaio zincato:** è un laminato costituito da un cuore di acciaio e rivestimento di zinco che, formando sulla superficie uno strato di ossidi e carbonati, lo protegge da ulteriore ossidazione, mantenendo inalterato l'aspetto estetico. Tale strato protettivo è però soggetto a deterioramento nel tempo.

3. **Alluminio:** è un materiale che rimane inalterato nel tempo grazie alla formazione spontanea di un sottilissimo strato di ossido che impedisce all'ossigeno di corrodere il metallo sottostante. Seppure molto leggero, ha un ottimo rapporto peso/resistenza e un costo leggermente superiore a quello dell'acciaio.
4. **Rame:** è un materiale bioattivo che, esposto all'aria, sviluppa una patina protettiva di color verde che lo rende poco piacevole esteticamente. Se si interviene superficialmente per evitarne l'ossidazione, esso perde la sua proprietà batteriostatica e antimicrobica. Ha inoltre un costo molto elevato.
5. **Ottone:** trattandosi di una lega composta dal 67% di rame, anch'esso è un materiale antibatterico. È una lega resistente meccanicamente e alla corrosione, facilmente lavorabile, più leggera del rame ma più rigida.

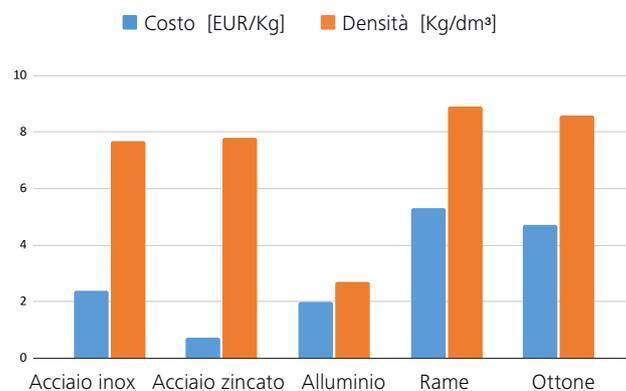
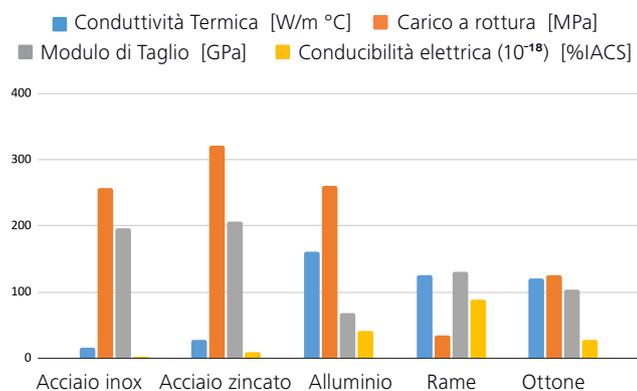
Tabella 2.6

Materiale	Conduttività termica [W/m. ° C]	Modulo di Young [GPa]	Carico a rottura [MPa]	Conducibilità elettrica (10 <sup>-18</sup> ) [IACS%]
<b>Acciaio INOX</b>	15,5	196	257	2,44
<b>Acciaio zincato</b>	27	207	322	10
<b>Alluminio</b>	160,5	68	260	42
<b>Rame</b>	125	34	130	89,3
<b>Ottone</b>	121	103	125	27

Materiale	Densità [Kg/dm <sup>3</sup> ]	Costo [EUR/Kg]
<b>Acciaio INOX</b>	7,9	2,37
<b>Acciaio zincato</b>	7,8	0,74
<b>Alluminio</b>	2,6	2
<b>Rame</b>	8,9	5,3
<b>Ottone</b>	8,6	4,7

Tabelle con elenco di valori relativi ai materiali utilizzati per i mancorrenti e montanti dei mezzi di trasporto pubblico locale.

Grafici 2.5



Grafici con valori a confronto.

Tra i materiali più utilizzati per le maniglie, sono stati selezionati i seguenti (Tabelle 2.7; Grafici 2.6):

1. **TPU:** Thermoplastic Polyurethane Elastomer – è un elastomero termoplastico che combina le proprietà tipiche degli elastomeri, quali l'elevata elasticità, resistenza ad abrasione e resistenza allo strappo, e le proprietà meccaniche tipiche della plastica (resistenza agli agenti atmosferici, durabilità). Tra gli aspetti più negativi emerge una bassa resistenza ai raggi UV, che provocano un indurimento del materiale a lungo termine, e un costo elevato.
2. **PP:** Polypropylene – è un materiale termoplastico dalle ottime proprietà meccaniche: resistenza ad abrasione, eccellente resistenza agli agenti chimici, e maggiore elasticità. Nonostante una resistenza a trazione più bassa e una minore resistenza ai raggi UV, rimane un materiale molto versatile e vantaggioso sotto il profilo economico.
3. **PVC:** Polyvinyl Chloride – è un materiale termoplastico caratterizzato da un'elevata duttilità e versatilità di impiego. Se trattato risulta uno dei materiali più durevoli, al contrario appare sensibile alle basse temperature, che lo rendono fragile, e ai raggi UV, che possono portare a scolorimento. È un materiale intrinsecamente autoestinguento e ha un'eccellente resistenza ad agenti chimici. Costo

molto competitivo.

4. **PVC-P:** Polyvinyl Chloride Plasticized – è un elastomero termoplastico, con un'eccellente resistenza all'abrasione, a flessione, ai raggi UV e elevata elasticità. È inoltre un materiale naturalmente resistente alla fiamma, caratteristica che può essere ulteriormente migliorata mediante trattamenti specifici. Nonostante una minor tenuta a trazione, rispetto al TPU, rimane molto più vantaggioso in termini economici. Questo rappresenta un materiale succedaneo non solo per la produzione di sedili (come già esposto in precedenza), ma anche per le maniglie.
5. **Arboblend-V2:** è un biopolimero costituito al 99% da lignina e da altri additivi di origine naturale e biodegradabile dal 60 al 100% in condizioni anaerobiche e in acqua. Possiede proprietà estetiche simili ai polimeri tradizionali poiché appare liscio e compatto, e proprietà meccaniche paragonabili a materiali plastici altamente resistenti come l'ABS, quindi con un'elevata resistenza a trazione e ad abrasione. Si aggiunge un'ottima tolleranza agli agenti atmosferici e una buona resistenza ai raggi UV. Il costo è sopra la media.

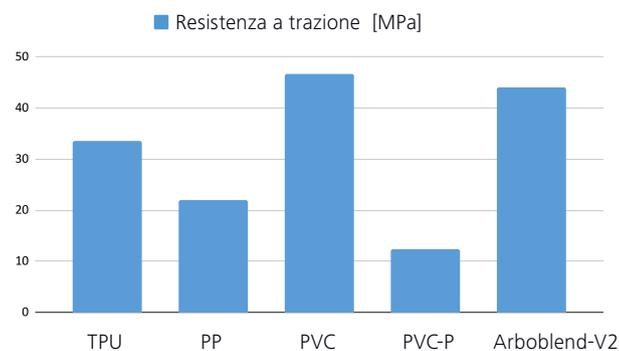
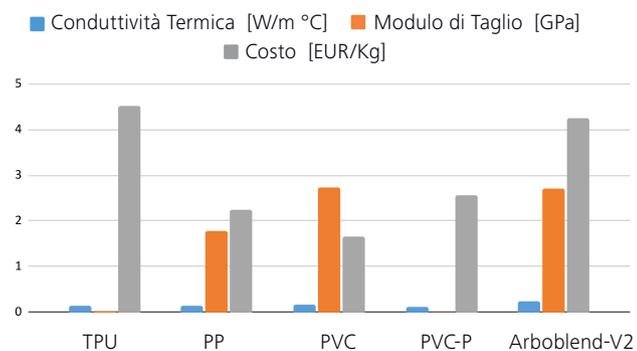
Tabella 2.7

Materiale	Conduttività termica [W/m. ° C]	Modulo di Young [GPa]	Costo [EUR/Kg]
<b>TPU SHORE A85-FR</b>	0,14	0,0195	4,51
<b>PP-FR-V0</b>	0,129	1,79	2,25
<b>PVC rigido</b>	0,17	2,74	1,65
<b>PVC-P-SHORE A75-FR</b>	0,109	0,0042	2,56
<b>Arboblend V2</b>	0,235	2,7	4,25

Materiale	Resistenza a trazione [Mpa]
<b>TPU SHORE A85-FR</b>	33,5
<b>PP-FR-V0</b>	22
<b>PVC rigido</b>	46,7
<b>PVC-P-SHORE A75-FR</b>	12,3
<b>Arboblend V2</b>	44

Tabelle con elenco di valori relativi ai materiali utilizzati per le maniglie dei mezzi di trasporto pubblico locale.

Grafici 2.6



Grafici con valori a confronto.

## 2.2.6 Scritte e segnaletica

Essendo un elemento complementare dell'allestimento interno, poiché atti a trasferire informazioni essenziali circa il corretto uso degli spazi, anche i segnali di sicurezza e la loro progettazione grafica devono rispondere a specifiche disposizioni, riportate nella norma ISO 3864-1:2011 citata anche essa nel regolamento UN/ECE n.107. Secondo quest'ultima, tutte le informazioni fornite da questa categoria di segnali devono essere restituite sotto forma di pittogrammi, a cui è possibile integrare parole, lettere o cifre.

A garanzia della massima leggibilità, è necessario che tutti i segnali di sicurezza siano posizionati all'interno dell'abitacolo in modo tale da essere sempre visibili e non coperti da eventuali elementi accessori, siano realizzati in materiale fotoluminescente e siano progettati secondo un layout predefinito strutturato in tre sezioni. Una prima sezione che funga da intestazione, descrivendo il messaggio di sicurezza, una seconda sezione contenente informazioni prettamente di carattere didattico e una terza contenente informazioni non essenziali. (Figura 2.6)

Entrando più nel dettaglio, la norma prescrive inoltre che:

- I pittogrammi che indicano azioni che l'utilizzatore deve compiere devono raffigurare una persona o la parte pertinente di una persona che agisce sull'apparecchiatura o sul dispositivo.

Figura 2.6



*Esempio di pittogramma fotoluminescente.*

- I pittogrammi che indicano un movimento richiesto dall'utente al fine di compiere l'azione del caso, devono recare una freccia che punti nella direzione del movimento mentre qualora il movimento da compiersi sia di rotazione, si deve usare una freccia ricurva.
- I pittogrammi che illustrano come azionare dispositivi, quindi rimuovere pannelli o aprire porte, devono raffigurare l'azione in corso di svolgimento.
- In caso di didascalie integrate, le lettere minuscole delle parole e singoli numeri devono avere un'altezza minima di 8 mm. Inoltre le parole non devono essere soltanto in lettere maiuscole.

Infine, I segnali di sicurezza devono essere collocati in prossimità o attorno o sopra tutti i comandi e i dispositivi di emergenza interni ed esterni da usare per rompere i finestrini di sicurezza. E altresì in corrispondenza di porte e finestre designati come uscite di emergenza.

In merito invece alla segnaletica destinata ad indicare la presenza e l'individuazione all'interno del mezzo, di aree riservate per i soggetti "deboli", secondo la ISO 3864-1:2011 per i seguenti pittogrammi, indicanti rispettivamente un passeggero su sedia a rotelle, passeggero e carrozzina, passeggero con capacità motoria ridotta, valgono comuni prescrizioni:

- Dimensioni del cerchio minimo 130 mm di diametro, con icona bianca su sfondo blu. (Figura 2.7)

(Quote in mm)

Figura 2.7



Dimensioni minime di un pittogramma bianco su fondo blu.

## 2.2.7 Illuminazione

L'illuminazione artificiale interna all'abitacolo deve essere di tipo elettrico e deve essere prevista per il vano passeggeri, per il l'area di guida e per la sezione di snodo, in caso di autoarticolati.

Per quanto riguarda il vano passeggeri, nel progetto illuminotecnico va prestata particolare attenzione all'illuminazione in prossimità dei gradini, dei vani di accesso e uscita, delle marcature e dei comandi interni delle uscite e di tutti i punti in cui sia presente un ostacolo, che possa rappresentare un pericolo per l'utenza.

Per ragioni di sicurezza, due dovranno essere i circuiti di illuminazione interna, così che in caso di guasto di uno, l'altro possa garantire i requisiti minimi di illuminamento, e un il sistema di luci di emergenza a luce rigorosamente bianca e in grado di garantire, per almeno 30 minuti da un eventuale guasto, un illuminamento minimo di 10 lux direttamente sotto ciascun gruppo ottico nel vano passeggeri a un'altezza di 750 mm sopra la linea mediana

di tutti gli spazi e le corsie di accesso.

In relazione invece a quello che è il comfort visivo, il sistema di illuminamento deve essere caratterizzato da un'illuminazione quanto più omogenea, in questo senso il regolamento, che distingue l'omogeneità massima dell'illuminamento, data dal rapporto tra livello massimo di illuminazione registrato sul livello medio di illuminazione registrato, e l'omogeneità minima dell'illuminamento, data dal rapporto tra il livello minimo di illuminazione registrato sul livello medio di illuminazione registrato, indica per il vano passeggeri ad un'altezza di 750 mm oltre il livello dell'intero abitacolo, un'omogeneità di illuminamento compresa tra 0,15 e 2.

Nel caso specifico per quanto riguarda l'impianto di illuminazione interna del materiale rotabile, compresi i tram, le prescrizioni valide sono quelle indicate nella norma UNI EN 13272 e dall'articolo 5.5 della norma UNI 11174.

## 2.3 La progettazione cromatica

L'esperienza del viaggio all'interno del trasporto pubblico, seppur breve, è in grado di influenzare il nostro quotidiano.

Fattori quali affollamento, cattivi odori, rumori forti e continui, possono essere fonti di stress cronico per i pendolari o per tutti coloro che utilizzano i mezzi pubblici più volte al giorno. Benché tali problematiche siano spesso collegate ad un disservizio, è possibile migliorare la qualità dell'esperienza di viaggio, attraverso la progettazione cromatica. L'ambiente che ci circonda influenza notevolmente la psiche, e il colore svolge un ruolo fondamentale nella percezione, in quanto condiziona l'umore e il benessere fisico innescando reazioni psicologiche e fisiologiche.

Esso è infatti estremamente coinvolto nel processo percettivo della *"sinestesia"* (dal greco: *Syn*, "insieme", e *Aisthḗnestai*, "percepire") ossia la percezione simultanea di uno stesso stimolo da parte di più sensi: una tinta può sembrarci pesante oppure leggera, può influenzarci nella percezione della temperatura e rimandarci ad altre sensazioni tattili, gustative, olfattive e uditive.

Il colore è anche un forte veicolatore di significati, che ha acquisito nel corso della storia una fitta simbologia.

Ai fini di una corretta progettazione cromatica è quindi fondamentale tener conto di quali attività si svolgono all'interno di uno specifico spazio, così da stimolarle tramite l'uso del colore, e tenere in considerazione l'interazione cromatica e il contesto di applicazione.

### 2.3.1 Le teorie sul colore di Theo Gimbel

Molti studiosi hanno dimostrato che la componente cromatica in un progetto ha un notevole impatto emotivo. Il colore di una stanza non è determinato solo dal colore delle sue pareti, ma risultano percettivamente determinanti anche i colori applicati agli "accessori" presenti in essa.

Theo Gimbel, nel suo libro *"Healing Through Colour"*, riporta i risultati di numerose ricerche riguardanti gli effetti dei colori dominanti in una stanza, i quali sono stati sintetizzati nel seguente elenco:

#### ■ **ROSSO**

Tonalità da usare nelle zone operative, favorisce l'attività muscolare, aumenta la frequenza cardiaca mantenendo svegli e stimolando il respiro e il giudizio.

Fa sembrare piccolo il locale diventando opprimente e stancante se denso o troppo forte.

#### ■ **ARANCIONE**

Da evitare nelle zone che richiedono rilassamento, in quanto stimola il movimento, favorisce l'allegria, la danza, l'attività e il piacere

## ■ **GIALLO**

Colore indicato soprattutto per le stanze rivolte ad un solo utilizzatore, aumenta la frequenza cardiaca e stimola il respiro, da evitare però nelle zone di rilassamento e in ambienti pubblici

## ■ **VERDE**

Adatto se utilizzato in aree che richiedono concentrazione, favorisce l'equilibrio e il giudizio, arresta il movimento favorendo l'inerzia, tuttavia conferisce al locale un aspetto piatto e privo di vita.

## ■ **TURCHESE**

Ideale per zone che richiedono calma e relax al contempo non adatto se applicato in spazi dedicati ad attività e svago. Percepito fresco e rinfrescante, diminuisce la frequenza cardiaca e stimola il respiro, calmante e tranquillizzante favorisce l'attività muscolare.

## ■ **BLU**

Colore adatto in zone di forte stress in quanto calma e rilassa, diminuendo la frequenza cardiaca e stimolando il respiro. Aiuta inoltre a combattere la tensione, il nervosismo e l'insonnia.

## ■ **VIOLA**

Appropriato per l'utilizzo in luoghi di culto e meditazione poiché calma il corpo e riequilibra la mente.

Frank H. Mahnke, noto progettista tedesco, divenuto poi Presidente di *IACC International*, la più antica Associazione di Color Consultants/Designers, affermava che la scelta del colore per un determinato ambiente, deve essere subordinata alla scelta degli obiettivi incentrati sull'esperienza dello spazio, e che le regole a cui un progettista deve attenersi sono tre:

1. Utilizzare il colore in modo da supportare la funzione dello spazio.
2. Evitare tanto le iperstimolazioni quanto le ipostimolazioni.
3. Non creare effetti emotivi o fisiologici di tipo negativo.

*"Il colore è l'alfabeto, con le sue lettere formiamo parole, ma queste parole, cioè le nostre affermazioni, devono essere corrette e appropriate".*

## 2.3.2 Il colore applicato all'abitacolo

Una tesi sulla percezione del colore all'interno della cabina d'aereo, ha appurato che la progettazione cromatica di tale ambiente si basa fundamentalmente su tali fattori:

### 1. **Logo = Color Brand**

Le tinte utilizzate sono in linea con il marchio della compagnia, il fine è quello di enfatizzare l'identità dell'azienda.

### 2. **Bandiera, tradizioni/territorio = Color Culture**

Alcune compagnie utilizzano colori, tessuti e motivi con un significato particolare per la propria cultura e con stretti legami con in territorio. Permette inoltre alla compagnia di comunicare quelle che sono le tradizioni della propria terra.

### 3. **Armonia cromatica = Color Contest**

Questo fattore fa riferimento al colore applicato per interagire con i sensi, creare armonia e comfort visivo. E' necessario però possedere delle solide basi di conoscenza del colore e dei suoi effetti, poiché si incorre nel rischio di progettare ambienti acromatici e privi di identità.

### 4. **Tessuti, materiali = Color Material**

Il colore è strettamente legato al materiale adottato. Per questo motivo, talvolta, i progettisti utilizzano i colori applicati a diversi materiali per dare sensazioni differenti. Questa scelta è utile per creare armonia ed eleganza, tuttavia, anche in questo caso, le compagnie tendono ad utilizzare colori acromatici che rendono l'ambiente anonimo e privo di stimoli.



Per comprendere se questi fattori influiscono anche nella progettazione cromatica dell'abitacolo degli autobus urbani, abbiamo condotto un'analisi su alcune

delle principali compagnie di trasporto pubblico urbano italiane ed europee:

Italia - GTT, Torino



**GTT**  
GRUPPO TORINESE TRASPORTI



### **Color Brand - Color Culture**

La compagnia torinese applica all'interno dei suoi autobus i tipici blu e giallo della città di Torino, colori scelti anche per il proprio logo.

La dominanza del blu, utilizzato per le sedute e per le infografiche, crea un ambiente che dona calma e sicurezza.

### **Color Material**

Il rischio di monotonia e pesantezza cromatica è smorzato dai mancorrenti in acciaio che donano un tocco di eleganza, e dal giallo delle sedute riservate agli anziani, che creano maggiore movimento.

Italia - ATAC, Roma



atac  
ROMA



### **Color Brand - Color Culture**

Anche la compagnia del trasporto pubblico urbano della capitale, applica ai propri autobus lo storico colore della propria città: il rosso imperiale.

L'impiego di tale colore sia per le sedute, che per i mancorrenti, seppure rimandi all'idea di solidità, aumenta la complessità visiva dell'ambiente e lo rende caldo e poco rilassante, enfatizzando al contempo odori e rumori.

Italia - ATM, Milano



### **Color Brand - Color Culture**

La scelta delle nuance di verde applicate alle sedute, non fa alcun riferimento al logo della compagnia ma bensì allo stemma della regione Lombardia. Il verde offre un ambiente vivace e allo stesso tempo rilassante, che dona una sensazione di comfort e freschezza, enfatizzando inoltre l'orientamento ecologico del mezzo.

### **Color Material**

Anche in questo caso i mancorrenti non sono stati verniciati, alleggeriscono dunque la complessità visiva donando un aspetto elegante all'abitacolo.

Francia - RATP Group, Parigi



### **Color Brand**

La compagnia francese utilizza il verde giada, colore storico del brand che richiama eleganza, dinamicità e purezza.

La dominanza di tale colore all'interno dell'abitacolo crea monotonia cromatica e rende l'ambiente percettivamente freddo; tale sensazione è però mitigata dall'utilizzo di sedute in tessuto ed imbottite.

Francia - RER, Parigi



### **Color Contest**

Interessante è la scelta cromatica adottata per gli interni della metropolitana parigina. Per i tessuti delle sedute sono stati impiegati cinque colori, affiancati tra di loro secondo differenti contrasti di colore:

1. Complementari = rosso e verde
2. Puri = arancione e rosso
3. Caldo/freddo = arancione e grigio

L'impiego di più colori per le sedute crea vivacità all'interno del vagone, attenuando la ripetitività e l'effetto tunnel. In aggiunta il contrasto con pareti, soffitto e pavimento, tenuti invece acromatici, conferisce una sensazione di solidità e resistenza alle sedute.

Il rischio di pesantezza cromatica derivabile dalla scelta di colori con alto coefficiente di saturazione, è mitigato dall'utilizzo di led blu applicati al di sotto delle sedute, grazie ai quali si rende l'ambiente più riposante.

Francia - Semitan, Nantes



### **Color Brand**

Anche Semitan richiama il proprio logo utilizzando per i propri sedili due tinte di verde differenti: una nuance più chiara per lo schienale ed una più scura per la seduta, così da renderla percettivamente più resistente.

Il verde oltre che stimolare rilassamento e concentrazione, rimanda a sinestesie positive: acusticamente ad un suono smorzato, a livello tattile a levigatezza e comfort.

Germania - üstra, Hannover



 ÜSTRA

### ***Color Contest***

Nel 1999 la città di Hannover commissiona al designer inglese James Irvine la riprogettazione dei suoi autobus urbani in vista dell'expo 2000.

La scelta dell'arancione per sedute non è motivata da un richiamo culturale, bensì è una scelta artistica in linea con lo stile del designer. La bibliografia afferma però che le tinte calde applicate ad interni con funzioni di attesa e trasporto, rischiano di risultare poco confortevoli, in grado di enfatizzare rumori, odori e temperatura. Quest'effetto è però alleggerito dalla verniciatura in grigio chiaro dei mancorrenti e dei profili laterali delle sedute.

Germania - BVG, Berlino



 Berliner  
Verkehrsbetriebe

### ***Color Brand***

La compagnia addetta al trasporto pubblico urbano della capitale tedesca, sceglie di richiamare il giallo del proprio logo, verniciando maniglie e mancorrenti. Il giallo è un colore ben visibile adatto a mettere in evidenza i sistemi di sostegno, e che in tale contesto, si armonizza bene con i colori di contorno, ravvivando l'ambiente e rendendolo allegro.

### ***Color Material***

Le sedute, rivestite in tessuto, presentano un pattern a fondo viola, banale ed impersonale.

Germania - DVB, Dresda



### ***Color Brand - Color Culture***

All'interno dei suoi nuovi autobus, la DVB richiama fieramente la bandiera della città di Dresda, caratterizzata dai colori della Sassonia, giallo e nero, e dal leone dei margravi di Messein.

L'abbinamento di tali colori, oltre che a creare un ambiente personalizzato, conferisce eleganza all'abitacolo.

Inghilterra - Go North East, Inghilterra



### ***Color Material***

L'azienda inglese utilizza per i propri autobus urbani sedili in similpelle nera, e mancorrenti in acciaio inox non verniciato.

Le tinte scure appaiono solide e donano una sensazione di resistenza, oltre che di eleganza. L'abitacolo complessivamente risulta confortevole e rilassante.

La sterilità dell'ambiente generata dalla scelta di tinte neutre, è compensata dalla presenza di fasci luminosi blu proiettati sul pavimento, i quali creano movimento e conferiscono un aspetto moderno all'abitacolo.

Inghilterra - Stagecoach, Scunthorpe



### **Color Brand**

Con il restyling operato nel 2019, la compagnia britannica richiama i colori del proprio logo, applicandolo sulle nuove sedute realizzate in pelle.

Il colore dominante all'interno della cabina è l'arancione, il quale crea un ambiente vivace, alternato al blu che dona una sensazione di calma e benessere. Tuttavia l'uso eccessivo di colori caldi, impiegati anche per il pavimento, potrebbe creare disturbi al rilassamento dei passeggeri.

Inghilterra - Arriva, Londra



### **Color Contest - Color Material**

Arriva, come molte altre compagnie, sceglie tinte blu per dare sensazione di calma, sicurezza e solidità.

L'abitacolo cromaticamente freddo, risulta lineare e rilassante. La percezione, però, è quella di un ambiente monocromatico che manca di contrasto e movimento, ottenibile tramite un tocco di colore utilizzabile per piccoli dettagli come le maniglie.

### 2.3.3 Risultati e conclusioni

I risultati mostrano che attualmente le compagnie del trasporto pubblico applicano il colore principalmente alle sedute, affidandosi al blu e al verde per creare ambienti confortevoli e rilassanti (*Grafico 2.7*). L'impiego di colori caldi e vivaci, come il rosso e l'arancione, è in genere dovuto a scelte cromatiche mirate a richiamare il Color Brand.

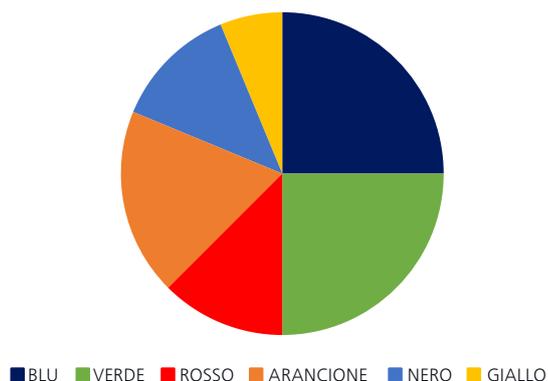
Il mancorrenti, sono nella maggior parte dei casi non verniciati, e l'acciaio è quindi lasciato a vista. Questo è probabilmente dovuto al fatto che, applicando colori molto saturi alle sedute, si sceglie di lasciare neutri gli

altri elementi presenti sull'autobus, per non appesantire il comfort visivo del passeggero.

Per quanto riguarda le categorie di scelta cromatica (*Grafico 2.8*), quella del Color Brand risulta essere la più diffusa, mentre per le restanti tre, le percentuali sono pressoché le stesse.

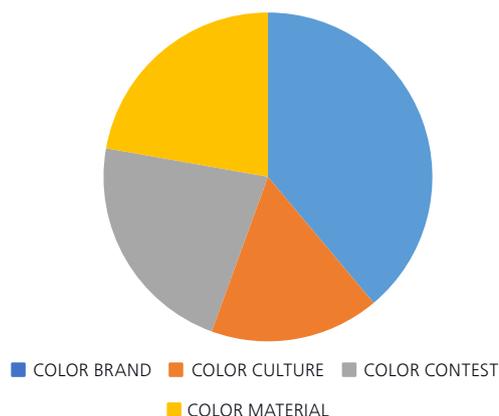
Ciò evidenzia che il fine principale delle compagnie, sia quello di utilizzare il colore per enfatizzare la propria identità, e quindi che esse non si focalizzano su come esso possa effettivamente interagire con il passeggero.

*Grafico 2.7*



*Colori maggiormente utilizzati per le sedute.*

*Grafico 2.8*



*Scelte cromatiche adottate dalle compagnie.*





3



COMFORT

## 3.1 Cos'è il comfort

Alla parola comfort si attribuiscono i significati di comodità o agio ma anche nel concreto l'insieme di comodità materiali, il complesso di impianti, installazioni e arredi accessori necessari a rendere agevole e organizzata la vita quotidiana.

Per ciò che concerne i servizi di trasporto, il comfort è stato concepito come uno stato di benessere indotto in condizioni ottimali: più specificatamente il comfort rappresenta uno stato ottimale in cui la persona limita le proprie funzioni, evita il disagio (Shackel et al, 1969) e perde ogni consapevolezza dell'ambiente (Branton, 1969) e per questo, la letteratura, lo riconosce a tutti gli effetti come fonte di soddisfazione dei passeggeri.

Il comfort, come si può dedurre, insieme a pulizia e sicurezza, rappresenta quindi uno degli indicatori più importanti nella valutazione della qualità dei servizi di trasporto pubblico urbano, ma come gli altri rientra in quella categoria di caratteristiche più dipendenti dai gusti dell'utente e meno facilmente misurabili perché legato alla sfera soggettiva. Per tale ragione, ai fini di semplificare questa indagine, si tratterà distintamente del concetto di comfort associato alle condizioni ambientali a bordo (affollamento, capienza, prossemica) e del concetto di comfort fisico (ergonomia dei componenti, clima, illuminazione a bordo).

## 3.2 Il comfort nel trasporto pubblico

L'indicatore più frequentemente utilizzato per valutare il comfort durante il viaggio è collegato al grado di affollamento sul mezzo.

L'aumento dei tassi di crescita della popolazione nelle grandi città è conseguentemente uno dei principali problemi legati al trasporto pubblico locale. Sebbene questo svolga un ruolo essenziale nel trasferire la

domanda dal possesso di auto private a modalità di trasporto più efficienti, in grado di ridurre la congestione del traffico, di promuovere l'inclusione sociale e ridurre l'inquinamento, il trasporto pubblico è spesso percepito come una cattiva alternativa all'uso dell'auto: uno dei motivi è proprio il livello inferiore di comfort percepito a bordo, rispetto ai veicoli privati.

## 3.2.1 Misurazione del comfort in relazione all'affollamento

Nel trasporto pubblico, l'affollamento si riferisce ad una percezione soggettiva del fenomeno fisico rappresentato da un'elevata densità di passeggeri nei veicoli e nelle stazioni, fermate e vie di accesso.

L'affollamento a bordo dei veicoli è, dopo il prezzo e il tempo di viaggio, una delle variabili esplicative più importanti nella scelta della modalità di trasporto pubblico. Inoltre, le esternalità dell'affollamento (per esempio, imbarco e discesa più lenti dai veicoli, aumento dei tempi di attesa) hanno un effetto importante sul livello generale di soddisfazione del servizio.

Sebbene la metrica più comune utilizzata per valutare l'affollamento sia il tasso di occupazione o fattore di carico, che è definito come il rapporto tra il numero effettivo di passeggeri all'interno dei veicoli e numero di posti a sedere (Whelan e Crockett, 2009), altri autori usano la capacità nominale di un veicolo, ovvero

considerano il numero sia dei posti a sedere, sia in piedi per misurare il fattore di carico (Oldfield e Bly, 1988; Jara-Díaz e Gschwender, 2003); utilizzando questa definizione si potrebbe suggerire che, per esempio, se il fattore di carico è superiore all'80%, un veicolo può essere considerato affollato.

Tuttavia, nessuna delle definizioni del fattore di carico contribuisce a fornire una chiara indicazione del grado di affollamento "subito" dai passeggeri in piedi, che è acquisito in modo più accurato calcolando la densità di persone in piedi per m<sup>2</sup> (Wardman e Whelan, 2011). A tal proposito però, sono applicati parametri di riferimento diversi a seconda del paese di riferimento. Per esempio, nel caso dell'Europa e dell'Australia, 4 passeggeri per m<sup>2</sup> è il valore di riferimento, ma lo stesso limite, è di 5 persone in piedi per m<sup>2</sup> negli Stati Uniti, mentre in Cina è di 8 persone per m<sup>2</sup>.

In questo senso risulta interessante, per la valutazione del comfort in relazione ai diversi gradi di affollamento nei mezzi di trasporto pubblico urbano, la considerazione elaborata da Vukan R. Vuchic nel libro *“Urban Transit: Operations, Planning, and Economics”*.

Qui l'autore analizza come il disagio di stare in piedi aumenti con il numero dei passeggeri e individua cinque differenti condizioni, in funzione del coefficiente di riempimento che si può registrare all'interno di un mezzo

pubblico, come mostrato in *Tabella 3.1*, spiegando inoltre perché, sebbene si consideri un coefficiente di riempimento pari a 6 persone per m<sup>2</sup> come valore di riferimento per i test di carico e le prove di omologazione, di fronte a un coefficiente di riempimento pari a 3,5 persone per m<sup>2</sup>, gli utenti iniziano a provare disagio e che, oltre i 4,2-4,5 passeggeri per m<sup>2</sup>, 7 persone su 10 scelgono di non salire sul mezzo.

*Tabella 3.1*

Density of Persons prs/m <sup>2</sup>	Area per Standee		Standing Passengers' Condition
	m <sup>2</sup> /prs	ft <sup>2</sup> /prs	
<1	>1.00	>10.8	Independent standing, easy circulation
2-3	0.50-0.33	5.4-3.6	Some body contacts, circulation disturbing others
4	0.25	2.7	Extensive body contacts, difficult movements
5	0.20	2.2	Passed standing, extremely difficult movements
6,7	0.15	1.6	Crash loads, possible injuries, forced movements

*Comfort dei passeggeri in funzione dell'area del pavimento.*

### 3.2.2 Gli effetti dell'affollamento nel TPL

*Quali sono gli effetti di avere un numero significativo di persone che condividono uno spazio limitato durante l'utilizzo di un trasporto pubblico?*

**Effetto sul tempo a bordo del veicolo:** quando autobus e treni circolano con un numero ridotto di utenti e tutti riescono a trovare un posto, il trasferimento da terra a bordo è regolare ed evita ritardi imprevisti. Contrariamente, all'aumentare del numero di passeggeri, raggiunta quella soglia per cui non tutti riescono a trovare un posto e alcuni di essi devono stare in piedi all'interno del veicolo, aumenta la difficoltà di movimento per gli altri passeggeri che hanno bisogno di salire a bordo o scendere da un veicolo; pertanto, il tempo di guida aumenta a causa dell'attrito e dell'effetto di affollamento tra i passeggeri.

Nel caso specifico degli autobus, l'affollamento potrebbe essere più problematico nella fase di discesa, ma, in generale, sia nella salita, sia nella discesa, il tempo di sosta è proporzionale al quadrato del numero di persone in piedi all'interno di un autobus, moltiplicato per il numero totale di passeggeri che salgono e scendono a una fermata dell'autobus.

**Effetto sui tempi di attesa:** quando il tasso di occupazione è alto, avere una capacità limitata diventa un problema, poiché aumenta la possibilità che autobus o treni non circolino a pieno regime in alcune sezioni della tratta, facendo sì che i passeggeri in attesa di salire

a bordo siano lasciati indietro, aumentando l'attesa, il tempo e il disagio del viaggio. A ciò consegue il fenomeno del *"triggering bus bunching"* (Abkowitz e Tozzi, 1987). Quando un autobus è pieno e non si ferma per far salire i passeggeri ad una fermata (o si ferma ma non è in grado di caricare tutti i passeggeri in attesa), un più grande numero di passeggeri del previsto sono costretti ad aspettare l'autobus successivo, che a sua volta dovrà fermarsi per un periodo di tempo più lungo per consentire l'ingresso a bordo di un maggior numero di passeggeri, presumendo che abbia anche la capacità di accettare il carico aggiuntivo di passeggeri. Il secondo autobus quindi tarderà la partenza, diminuendo il suo progresso rispetto all'autobus successivo, e così via.

**Effetto sull'affidabilità del tempo di viaggio:** quando i tassi di occupazione sono sempre bassi, gli utenti sanno che saliranno a bordo del primo autobus che si avvicina alla loro fermata; tuttavia, quando il tasso di occupazione è più alto, i passeggeri non sanno con certezza se il prossimo autobus avrà capacità di riserva o sarà pieno, il che implica, in questa seconda circostanza, il dover aspettare almeno un altro autobus, aumentando i tempi medi di attesa. Un secondo aspetto degno di nota è la probabile relazione tra alti livelli di occupazione e il verificarsi di incidenti alle fermate degli autobus, che è fonte di ritardi imprevisti, ma che comunque incidono sulle prestazioni e l'affidabilità del servizio. Un esempio comune di questa situazione è il caso di passeggeri che

bloccano la chiusura delle porte dei treni per entrare in una carrozza affollata.

**Effetto sul benessere:** l'impatto del fenomeno dell'affollamento sulla salute e sul benessere dei passeggeri è estremamente complesso da analizzare. La letteratura dimostra, infatti, che, relativamente al disagio di condividere uno spazio limitato con più persone, molteplici sono i fattori fisici e psicologici che intervengono nella percezione di affollamento ed i suoi effetti. Tra le ragioni dell'avversione degli utenti del trasporto pubblico che si trovano a viaggiare in condizioni affollate, è stato individuato un aumento dell'ansia (Cheng, 2010), stress e sensazione di esaurimento (Lundberg, 1976; Mohd Mahudin et al., 2011; 2012), percezioni del rischio per la sicurezza e la protezione personale (Cox et al., 2006; Katz e Rahman, 2010), sentimenti di invasione della privacy (Wardman e Whelan, 2011), paura di ritardo a lavoro (Mohd Mahudin et al., 2011) e possibile perdita di produttività per i passeggeri che se seduti lavorano durante il viaggio. (Fickling et al., 2008; Gripsrud e Hjorthol, 2012).

**Effetto sulla valutazione del risparmio di tempo di viaggio:** il costo dell'affollamento, l'esternalità dell'affollamento o la penalità dell'affollamento sono fattori che si registrano all'aumentare dei livelli di occupazione dei veicoli o delle stazioni di trasferimento. Maggiore è il fattore di carico, maggiore sarà il numero di passeggeri disposti a pagare di più per ridurre i tempi di viaggio. Si parla quindi di una relazione tra la densità di carico e il valore di tempo di viaggio risparmiato (VTTS). Secondo uno studio condotto da Whelan e Crockett nel 2009, i passeggeri in piedi hanno una maggiore disponibilità a pagare per ridurre il tempo di viaggio rispetto a passeggeri seduti, soprattutto quando i primi non hanno scelto di stare in piedi, ma piuttosto devono farlo perché tutti i posti sono occupati. Allo stesso modo, il disagio a bordo per coloro che sono seduti aumenta proporzionalmente all'aumentare del numero di persone in piedi. Inoltre, Wardman e Whelan (2011), effettuando delle valutazioni sull'affollamento nelle ferrovie britanniche, hanno dimostrato come il disagio associato all'affollamento si manifesti in presenza di fattori di carico compresi tra il 60 e il 90% e sia generato dall'impossibilità per gli utenti, in queste condizioni, di potersi sedere insieme o di avere una certa privacy.



## 3.3 La prossemica

Per comprendere al meglio in che misura e per quali ragioni l'affollamento sia da considerarsi uno degli indicatori di valutazione del livello di comfort percepito da parte dell'utenza, è necessario introdurre il concetto di Prossemica.

Edward T. Hall, l'antropologo che ha coniato il termine *proxemics*, derivato di *proximity*, "prossimità" definisce questa disciplina "lo studio di come l'uomo struttura inconsciamente i microspazi".

La prossemica è, infatti, quella branca della semiotica, che studia lo spazio o le distanze come fatto comunicativo; ovvero è lo studio, sul piano psicologico, dei possibili significati associabili alle distanze materiali che l'uomo tende a interporre tra sé e gli altri, in relazione non solo al grado di legame che sussiste tra i soggetti coinvolti, ma anche in relazione al patrimonio culturale che ciascun individuo porta con sé.

### 3.3.1 Da Edward T. Hall a John F. Fruin



Al pari degli animali, molto attenti al concetto di territorialità, anche per l'uomo si è sviluppato il concetto di "**spazio vitale**", che, come ha definito Hall, è un'area privata e invisibile che, nella cultura occidentale, si estende in tutte le direzioni, rispetto all'individuo, a circa una distanza di 70 - 100 cm e che se violata genera un forte sentimento di tensione, maggiore soprattutto quando ci si ritrova in ambienti affollati, in cui lo spazio prossemico si riduce al punto di arrivare al contatto fisico con l'altro.

Sebbene sia importante precisare che la "bolla", che rappresenta lo spazio vitale, non sia sferica ma presenti contorni irregolari, poiché una violazione prossemica fatta sul fianco crea meno tensione di una che si verifica faccia a faccia, si individuano quattro distanze fisiche

della prossemica che variano a seconda del contesto e del tipo di relazione che si vuole instaurare con l'altro:

■ **Distanza intima** (da 0 a 45 cm circa).

Questa è la distanza mantenuta solo da coloro che sono legati da un rapporto intimo e contrassegnato da una grande fiducia (tra partner, tra madre e bambino, ecc.), per cui il contatto fisico è tollerato, e anche l'olfatto viene coinvolto. Chiunque acceda a tale distanza senza il consenso è invece percepito come un aggressore.

■ **Distanza personale** (da 45 a 120 cm circa)

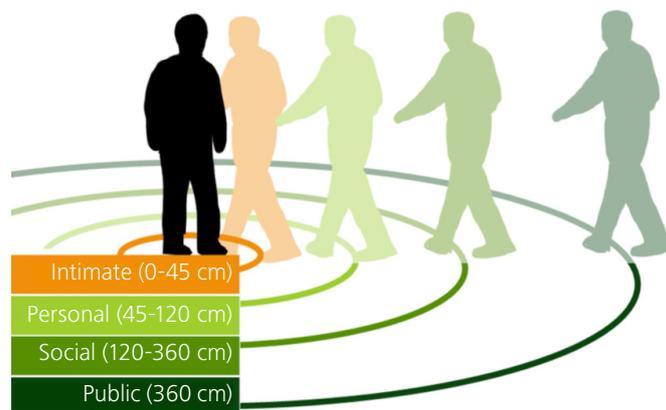
Questo spazio è frequentemente occupato da individui legati da un rapporto sociale caratterizzato da familiarità (familiari, amici, colleghi), con cui pur non avendo un rapporto intimo, quotidianamente si comunica affabilmente. A questa distanza ci si trova abbastanza vicini agli altri, tanto da potersi toccare, ma non da attivare pienamente l'olfatto e il tatto. I sensi maggiormente sollecitati invece sono l'udito e la vista.

■ **Distanza sociale** (da 120 a 360 cm circa)

In essa non si parla della propria vita privata, non ci si confida, ma si svolgono attività lavorative o di circostanza. Gli unici sensi coinvolti e tollerati sono vista e udito. Tale distanza è mantenuta in relazioni formali e impersonali.

■ **Distanza pubblica** (da 360 cm circa in poi)

Questo spazio è solitamente utilizzato in contesti pubblici: un docente che spiega alla classe, o l'oratore che parla ad un pubblico durante un convegno. Chi comunica nella zona pubblica non si rivolge al singolo, ma alla folla, per cui non intende stabilire con ogni partecipante un rapporto di coinvolgimento e se un certo coinvolgimento viene a crearsi è più che altro con la folla che con il singolo. La distanza mantenuta, essendo notevole, prevede l'impiego soprattutto dell'apparato visivo e di quello uditivo.



Coerentemente con quanto riportato da E. T. Hall, si sviluppano le considerazioni di John J. Fruin, che nel suo testo *"Pedestrian Planning and Design"* (1971) individua, in funzione di diversi livelli di comfort, 4 aree definite dalle distanze che, a seconda del contesto ambientale e socioculturale, separano gli individui. L'autore parla così di:

1. **Zona di contatto:** è lo spazio in cui avvengono contatti spontanei o non voluti e corrisponde ad un'area di 0,29 m<sup>2</sup> per persona.
2. **Zona di non contatto:** è un'area più estesa rispetto alla precedente perché è di circa 0,65 m<sup>2</sup> per persona, in cui si riesce ad evitare un contatto fisico non voluto, ma che comunque non favorisce libertà di movimento.

3. **Zona di comfort:** rappresenta uno spazio più ampio, con un'estensione di 0,93 m<sup>2</sup> per persona, che consente in presenza di due individui il passaggio di un terzo di profilo senza toccare gli altri.
4. **Zona di circolazione:** è l'area maggiormente presa in considerazione nella progettazione di spazi pubblici, quali aeroporti o marciapiedi, perché la più estesa (1,20 m<sup>2</sup> per persona) che garantisce fluidità di movimento.

Tali considerazioni rendono evidente come nella progettazione non sia sufficiente considerare l'ingombro fisico dell'individuo, ma occorra prevedere uno spazio psico-fisico aggiuntivo che deve variare a seconda delle attività che si svolgono nel luogo di riferimento e a seconda delle abitudini e tradizioni culturali.

### 3.3.2 Disagio sociale a bordo

Nonostante sia chiaro che la condivisione inadeguata dello spazio, provochi un forte disagio emotivo, fino ad ora le compagnie di trasporto pubblico non hanno dimostrato grande attenzione nei confronti dell'aspetto sociale che, in positivo o in negativo, come ampiamente dimostrato, influenza l'esperienza di viaggio.

L'attuale layout di autobus e treni sembra essere, infatti, frutto di una progettazione veicolata più da prerogative economiche, che non lasciano spazio a preoccupazioni per le esigenze sociali dei passeggeri.

In assenza di adeguati accorgimenti, gli utenti tendono ad adottare così comportamenti in grado di mitigare e alleviare il senso di disagio percepito. Questi atteggiamenti sono stati classificati e suddivisi in due macro categorie: comportamenti di adattamento difensivo e adattamento interattivo.

Come suggeriscono i termini, appartengono alla prima categoria tutti quegli atteggiamenti che prevedono l'isolamento dell'individuo rispetto alla folla, come evitare il contatto visivo, limitare al minimo il contatto fisico (Fried & DeFazio, 1974), delimitare fisicamente lo spazio immediatamente circostante, attraverso il posizionamento dei propri effetti personali come zaini o borse (Sommer 1967) o fingersi impegnati in altre attività (Nash, 1975; Zurcher, 1979).

Alla seconda categoria appartengono invece comportamenti che vedono l'utente interagire con chi lo circonda, che si tratti di sorridere, conversare o semplicemente non distogliere lo sguardo. A volte però, indipendentemente dalla predisposizione dell'utente, la configurazione dell'abitacolo non rende l'interazione invitante.

Un esempio banale riguarda la disposizione dei sedili: attraverso osservazioni in loco è stato dimostrato che le conversazioni avvengono maggiormente quando i passeggeri sono seduti l'uno di fronte all'altro o quando la postazione è ad "L", cioè ad angolo retto; questo perché i posti a sedere adiacenti risultano essere troppo vicini per una conversazione confortevole, a meno che la relazione non sia quella di un partner o di un coniuge, ma anche in questo caso, il contatto visivo e il guardare verso l'altro provoca molto spesso un disagio fisiologico in relazione al senso di marcia (Maines, 1979).

Altri studi hanno invece lasciato emergere che ripartire lo spazio in aree dedicate alla socialità favorisce un'interazione più distesa e spontanea; in tal caso la motivazione è riconducibile ad una maggiore percezione di controllo da parte dell'utente nei confronti delle condizioni di viaggio. Entrando nel merito, questo aspetto rende l'aereo un luogo sociale molto più confortevole rispetto ad autobus o tram. Sebbene, infatti, anche in aereo ci si trovi a viaggiare a stretto contatto con estranei, alcuni accorgimenti rendono l'esperienza a bordo più

rilassata: partendo da quella che è la presenza di un assistente di volo, incaricato di accertarsi delle condizioni dei passeggeri, fino ad arrivare a componenti di arredo in grado di circoscrivere lo spazio dedicato ad ogni singolo passeggero come tavolini, sedili regolabili, poggiatesta, luci di lettura etc.

Le stesse considerazioni sono emerse nel contesto del trasporto ferroviario, dove ancora, indipendentemente dalla classe di viaggio, si può percepire un maggiore controllo del proprio spazio, anche solo grazie alla presenza dei braccioli tra un sedile e l'altro (Evans e Wener 2007).

In generale, favorire la comunicazione tra passeggeri sembra essere la strategia di maggior successo per ridurre il disagio sociale.

Le strategie interattive sono, infatti, supportate dalla teoria prossemica di Hall, la quale indica che la percezione dell'affollamento o del disagio generato da una stretta distanza interpersonale è mitigata dalla formazione di

relazioni con gli altri utenti dello spazio condiviso.

Ai fini di una buona progettazione non è, allo stesso modo, opportuno ignorare l'eterogeneità dell'utenza del mezzo di trasporto pubblico, e la coesistenza, all'interno di questo, di necessità relative alla privacy di diverso grado.

È però doveroso tenere a mente che, per motivazioni di carattere socio-economico, non è possibile applicare nel trasporto pubblico urbano, un elevato grado di esclusività. In riferimento a ciò, Hall afferma che i comportamenti difensivi o la fissazione per un livello irraggiungibile di privacy, agiscono più come sintomi del disagio, che come strategie per alleviarlo.

Si delinea, pertanto, la necessità di soddisfare due esigenze del tutto opposte quali la socialità e l'intimità dei passeggeri, per cui è indicato riflettere su quali possano essere le soluzioni progettuali in grado di favorire l'interazione sociale senza compromettere la privacy altrui.

### 3.3.3 Alterazione dello spazio interpersonale

Negli ultimi dieci mesi la prossemica è cambiata drasticamente. Il distanziamento sociale, necessario a rallentare il contagio da Covid-19, ha imposto un nuovo parametro di valutazione dello spazio interpersonale. La distanza di 1,50 m consigliata dal *Centers for Disease Control* è diventata la norma negli USA, poi in tutto il mondo, e ha riguardato ogni spazio pubblico, dai parchi ai supermercati.

Sinteticamente, rispetto a quanto teorizzato dallo statunitense Edward T. Hall, oggi per limitare al minimo il contagio bisogna definire un nuovo rapporto spaziale con il prossimo, adottando almeno il terzo livello di distanza: quello relativo ai rapporti sociali, ossia da 120 a 360 cm circa. In questi termini, se da un lato di fronte ad amici o conoscenti vi è la necessità/l'obbligo di mantenere una distanza maggiore rispetto a quella che si reputa istintivamente necessaria a causare disagio, di fronte a sconosciuti la distanza che si cerca di mantenere non sembra mai abbastanza.

Eppure, poiché la possibilità di lavorare da casa o di avere un'auto di proprietà è da considerarsi un lusso, per molti, negli ultimi mesi, evitare l'uso dei mezzi di

trasporto pubblico non è stata un'opzione. Così durante l'emergenza pandemica, la maggior parte degli individui ha sperimentato tutte le forme di sconfinamento territoriale: invasione, violazione o contaminazione.

L'uso ingiustificato degli spazi pubblici è stato percepito come un'invasione dello spazio personale, in relazione a una mancanza di rispetto per le distanze interpersonali sicure; come una violazione delle regole, in relazione al divieto di assembramento; come una contaminazione (o paura della contaminazione) in relazione agli standard igienici dell'individuo, inquinamento che è stato costantemente gestito attraverso i rituali del lavaggio delle mani, dell'igienizzazione degli oggetti, dell'indossare mascherine e del tenersi a distanza.

Si comprende il motivo per cui la distanza socio-spaziale, che prima di diventare una regola di sicurezza prescritta dai governi per proteggere la salute propria e altrui dei cittadini, è stata una misura psicologica, ancorata nella memoria collettiva, per evitare il contagio da parte dell'altro, debba essere più che mai al centro della progettazione.

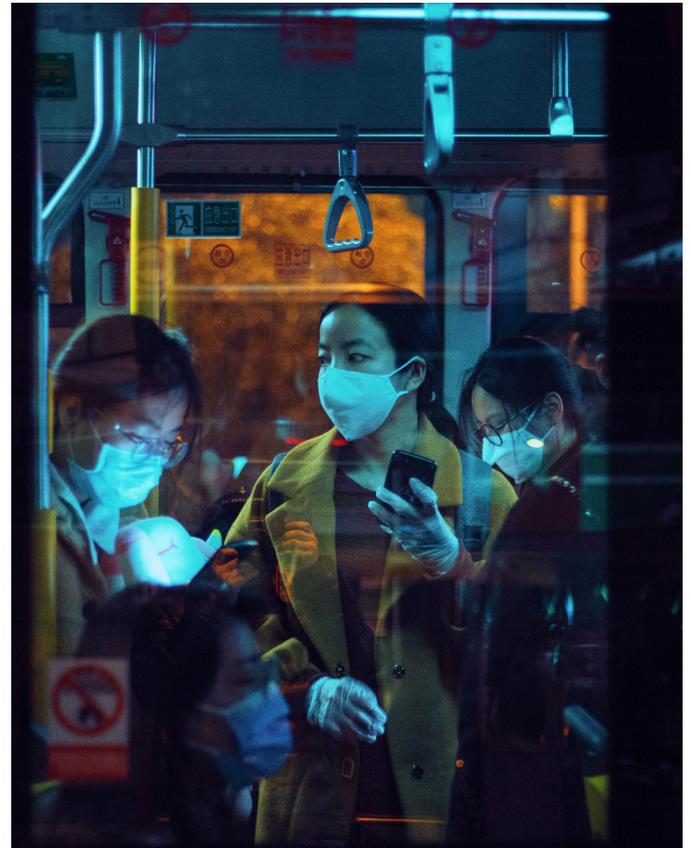
## 3.4 Una nuova prerogativa: Distanziamento sociale

Rispetto a quanto analizzato, in relazione alle condizioni di affollamento che caratterizzano i mezzi pubblici, si rende chiaro il motivo per cui, allo scoppio della pandemia di COVID-19, i pianificatori del trasporto pubblico sono stati costretti a trovare soluzioni rapide che garantissero la sicurezza sanitaria dei passeggeri e del personale, affrontando una sfida in particolare: quella di rispettare le normative di allontanamento sociale e di sicurezza, regolando il numero di viaggi e veicoli per evitare il sovraffollamento, soprattutto durante le ore di punta, con l'obiettivo di mantenere i sistemi di trasporto complessi efficienti e "di massa".

Con distanziamento sociale, infatti, come riportato nel vocabolario *Treccani* si indicano: l'insieme delle misure ritenute necessarie a contenere la diffusione di un'epidemia o pandemia, come, per esempio, quarantena dei soggetti a rischio o positivi, isolamento domestico, divieto o limitazione degli assembramenti.

Seppur già citato dall'OMS nel documento "*Non-pharmaceutical public health measures for mitigating the risk and impact of epidemic and pandemic influenza*" come NPI<sup>11</sup>, la locuzione distanziamento sociale è entrata a far parte del lessico quotidiano dei più a partire dalla fine di febbraio 2020, mese in cui sono state comunicate le prime indicazioni ufficiali dai Paesi contagiati, circa il contenimento di quella che era, inizialmente, ancora un'epidemia.

Ai fini di questo studio sarà, pertanto, attribuito al concetto di distanziamento sociale il significato di distanza fisica tra le persone (variabile da uno a due metri) da mantenere per evitare il contagio.



11. NPI: Non-pharmaceutical interventions.

### 3.4.1 Perché praticare il distanziamento sociale in ambienti chiusi

Le motivazioni che hanno reso necessaria l'adozione di questo tipo di misura preventiva sono associabili alla modalità di contagio preminente del virus, ovvero alla trasmissione attraverso le goccioline di saliva emesse da persone infette con la tosse, gli starnuti o semplicemente parlando. Questa modalità di trasmissione ampiamente accertata e riconosciuta in condizioni normali, ovvero in assenza di sistemi che producono aerosol, si esaurisce in circa 1 metro di distanza secondo quanto riportato dall'ISS (*Istituto Superiore di Sanità*). In relazione alle condizioni normali e non, soprattutto, per comprendere più a fondo le dinamiche di diffusione del virus torna utile uno studio condotto dall'ospedale Bambino Gesù di Roma, assieme allo spin-off universitario Ergon Research, e la Sima (*Società italiana di medicina ambientale*), pubblicato su *Environmental Research*.

Tramite una simulazione 3D, i ricercatori dell'Irccs (*Istituto di ricovero e cura a carattere scientifico*) pediatrico di Roma hanno riprodotto il movimento delle particelle biologiche nell'ambiente e l'impatto che i sistemi di aerazione hanno sulla loro dispersione. Un lavoro che fornisce «informazioni importanti per contenere la diffusione del virus Sars-CoV2 negli ambienti chiusi anche

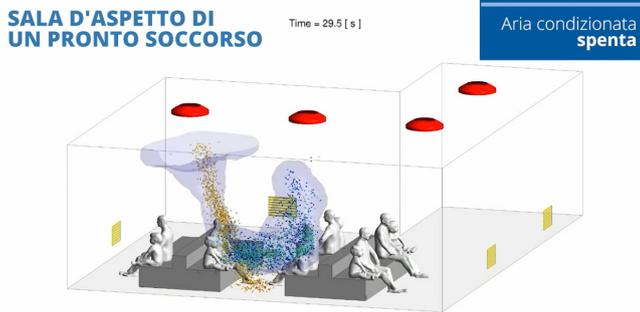
attraverso il trattamento dell'aria», spiegano gli autori.

Nella simulazione, all'interno della sala d'aspetto è stata ipotizzata la presenza di sei adulti e sei bambini senza mascherina e sono stati valutati gli effetti di diverse condizioni di aerazione: impianto spento, a velocità standard e doppia.

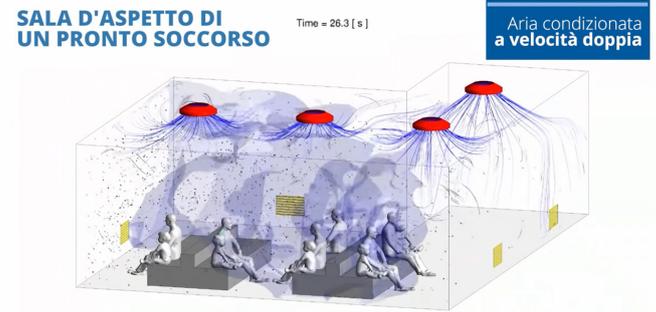
Secondo i risultati della ricerca, pubblicato su *Environmental Research*, utilizzare l'impianto di ventilazione a velocità doppia in un ambiente chiuso riduce la concentrazione delle goccioline del 99,6% rispetto a quanto accade a sistema di aerazione spento.

Ad impianto fermo (*Figura 3.1*), in caso di tosse da parte di un passeggero, gli individui più vicini respirano l'11% di aria contaminata da "droplets" (goccioline), mentre a 4 metri di distanza, non sono raggiunti. Quando invece il sistema di ventilazione è acceso a velocità doppia, le goccioline sono rapidamente disperse: le persone vicine ne respirano solo lo 0,3%, e anche se gli individui più lontani in queste condizioni sono effettivamente raggiunti da aerosol contaminato dal coronavirus, ne respirano solo percentuali bassissime (0,08%). (*Figura 3.2*)

Figura 3.1



*Diffusione del virus con aria condizionata spenta.*



*Diffusione del virus con aria condizionata a doppia velocità.*

### 3.4.2 Basta 1 metro di distanza?

Affrontando il concetto di distanziamento sociale sotto un profilo più scientifico, molteplici sono stati i dubbi circa la validità di questa misura preventiva in relazione alle modalità di diffusione del SARS-CoV2.

Come detto, infatti, la pericolosità del virus sta in particolar modo nella trasmissione per via aerea e quindi attraverso lo starnuto, il colpo di tosse e il respiro a breve

distanza. In effetti, guardare in controluce la diffusione di uno starnuto nell'aria non è rassicurante, poiché la nuvola che si crea quando si starnutisce sembra viaggiare a una distanza maggiore: in effetti è scientificamente provato che le goccioline salivari emesse sarebbero in grado di propagarsi nell'aria fino a una distanza di circa 7-8 metri.

*Allora perché l'OMS e il Centers for Disease Control and Prevention prevedono una distanza di sicurezza compresa tra 1 e 2 metri?*

La risposta sussiste nella distinzione che William F. Wells fece tra le droplets, dividendole in "Large" e "Small". Le prime sono quelle che date le dimensioni maggiori evaporano più lentamente e permettono maggiormente il contagio nelle persone immediatamente vicine.

Le seconde, invece, evaporando più velocemente e hanno una carica virale ridotta. Eppure la mascherina è attualmente indispensabile in funzione del fatto che le

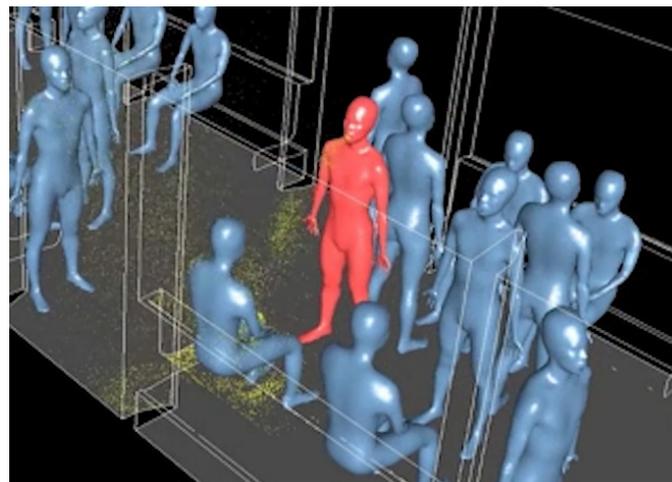
stesse microgoccioline, avendo un peso ridotto, sono in grado di permanere nell'aria per più tempo e sono libere di circolare.

La dimostrazione della MSC Software, una società americana che si occupa di programmi di simulazione, ha consentito di confrontare il numero di goccioline disperse da una persona che parla all'interno di un vagone della metro con e senza mascherina, dimostrando una netta differenza in termini non solo di quantità ma anche di distanza percorsa all'interno dell'abitacolo (*Figura 3.3*).

*Figura 3.3*



*Diffusione del virus indossando una mascherina.*



*Diffusione del virus non indossando una mascherina.*

## 3.5 Comfort fisico

In quella che è l'esperienza di viaggio quindi, ai fini di questa ricerca, si è deciso di sottolineare la differenza che sussiste tra il concetto di comfort relativo alle condizioni ambientali a bordo o alle fermate, precedentemente analizzato, e il comfort fisico, ovvero quello che si sperimenta all'interno del veicolo in relazione all'aspetto formale dei singoli componenti d'arredo e in relazione

alla complessità del sistema.

In questi termini bisogna analizzare quali siano i fattori che influenzano il comfort fisico, le prescrizioni legislative e la percezione da parte del pubblico legato alle componenti strutturali che distinguono i mezzi di trasporto pubblico urbano.

### 3.5.1 L'ergonomia dei componenti

Con l'obiettivo di elevare l'esperienza di viaggio ad opportunità per recuperare il benessere psicofisico, grazie ad un ambiente a misura delle esigenze del passeggero, è necessario che ogni elemento di disagio, che può interferire con la qualità del tempo trascorso all'interno del mezzo, sia eliminato.

Per farlo, bisogna porre attenzione non solo gli aspetti più direttamente associati alla percezione psicologica del comfort ma anche gli aspetti fisici che nelle loro fattezze formali contribuiscono o meno a restituire un'esperienza piacevole e agiata, analizzando come prime le necessità dell'utenza in virtù dell'ergonomia dei componenti che costituiscono un allestimento interno.

L'ergonomia (*érgon - nomos*) è, infatti, la disciplina scientifica che si occupa della comprensione delle interazioni tra gli uomini e gli altri elementi di un sistema, e la professione che applica metodologie e principi teorici alla progettazione, al fine di ottimizzare il benessere umano e delle prestazioni globali del sistema stesso.

In questi termini, dunque, l'ergonomia valuta e ottimizza le performance di un sistema in funzione dei limiti e del benessere umano, determinato, in caso specifico, da fattori quali la sicurezza, seguiti da adattabilità, fruibilità, comfort, gradevolezza, comprensibilità e così via.

## 3.5.2 Analisi della letteratura scientifica

All'interno dei veicoli, la letteratura suggerisce come accanto a fattori, quali l'affollamento, in grado di influenzare le esperienze dei passeggeri, debbano essere valutati altri aspetti come la comodità dei sedili, la disposizione dei mancorrenti, l'uniformità del pavimento, il clima e l'illuminazione.

Uno degli studi più completi a riguardo è *"Customer Perspectives On The Interior Design Of Urban Buses - What features do people want in a transit bus"*. Con un sondaggio condotto a Toronto sono stati individuati alcuni degli aspetti più problematici nell'allestimento interno del trasporto pubblico e le aspettative di miglioramento in merito, da parte dell'utenza.

Tra i risultati è emerso per esempio che per ciò che concerne i sedili l'utenza richiede forme e rivestimenti in grado di fornire stabilità contro i movimenti del veicolo, sedute imbottite che non solo sono percepite come più comode, ma che forniscono maggiore grip rispetto ai sedili in fibra di vetro, particolarmente scivolosi.

In relazione alla disposizione dei sedili è stata registrata una predilezione per quelli orientati in direzione del senso di marcia e per quelli a panchina, ovvero rivolti verso il corridoio centrale, che offrono maggiore flessibilità e spazio per le gambe.

Proseguendo, uno degli aspetti che per l'utenza richiede urgenti modifiche è il controllo della temperatura e della ventilazione, che ad oggi sono causa di stress e fastidio in relazione a condizione di sbalzo termico: temperature troppo basse in estate, surriscaldamento dell'abitacolo in inverno.

Sul tema dell'illuminazione è emerso invece la predilezione per livelli di luce sufficienti per rendere facile la lettura. Legato alle necessità di orientamento, uno degli aspetti più discussi è stato il servizio di informazione considerato spesso insufficiente. A riguardo si suggerisce l'integrazione di materiale audio-visivo: segnaletica elettronica a messaggi automatizzati e modificabili, mappe dei percorsi di base, stampate.

Concludendo, in relazione all'accessibilità e mobilità interna sono state sollevate tre specifiche problematiche: la transizione dall'esterno all'interno del mezzo, spesso considerata difficoltosa, non solo per via del dislivello tra il mezzo e il manto stradale, ma anche per via dell'assenza di appositi supporti in prossimità delle zone di ingresso e uscita; rimanendo in tema, riguardo i mancorrenti è emersa particolare approvazione per i supporti verticali e meno per i supporti sopraelevati, perché eccessivamente

alti in assenza di apposite maniglie, e per i supporti sugli schienali dei sedili, difficili da raggiungere in condizioni di affollamento e ritenuti fastidiosi dalla persona seduta; ridotta mobilità in presenza di bagagli ingombranti o bambini a carico, sia deambulanti, a causa dell'assenza di appositi sostegni, sia in passeggino, per via della mancanza di aree dedicate.

Coerentemente con quanto già analizzato, Eftihia Nathanail nell'articolo "*Measuring the quality of service for passengers on the hellenic railways*", facendo una stima degli indicatori di qualità del servizio passeggeri, valuta il comfort dei passeggeri attraverso tre sottoindicatori, ovvero la temperatura del treno, il comfort del sedile e il comfort del riposo, dove la temperatura del treno è valutata in base all'esistenza dell'aria condizionata, il comfort del sedile viene misurato in termini di inclinazione dello schienale (R), larghezza del sedile (W) e distanza disponibile per le gambe (D), rispetto ai valori standard, mentre il comfort di riposo (rumore, vibrazione, illuminazione) sono valutati dai passeggeri, attraverso l'indagine del questionario.

Ancora, altri fattori correlati alla qualità dell'esperienza a bordo sono la qualità e l'accessibilità fisica del veicolo (Carreira et al., 2014; dell'Olio et al., 2011; Hussein & Hapsari, 2015; Lai & Chen, 2011), fattori che influenzano

la soddisfazione degli utenti in modi diversi anche a seconda dell'età.

Tuttavia, i passeggeri che utilizzano i dispositivi per la mobilità su ruota (carrozine) continuano a presentare problemi di sicurezza e inefficienze durante l'imbarco, sbarco e circolazione interna: di fatto, la presenza di altri passeggeri inevitabilmente seduti lungo il percorso tra la porta e l'area di sicurezza per la mobilità su ruote riduce lo spazio a pavimento disponibile. Lo studio "*Effects of transit bus interior configuration on performance of wheeled mobility users during simulated boarding and disembarking*", condotto nel 2017, dimostra chiaramente come l'imbarco posteriore riesca ad eliminare molti dei problemi di manovra causati da passaruota anteriori sporgenti nella zona anteriore degli autobus a pianale ribassato e come la progettazione di aree di sicurezza dalle dimensioni maggiorate rispetto agli standard minimi riduca i tempi per le operazioni di imbarco e posizionamento.

In merito al comfort visivo, le informazioni sui contrasti di colore e la visualizzazione delle informazioni sono fornite da Geehan (1996) che, rivisitando il lavoro di Passini e Arthur sottolinea la funzionalità di forti contrasti tra i colori (come il nero e il bianco/beige) e raccomanda che il rosso e il giallo siano preferiti al blu e al verde, che diventano difficili da distinguere con l'avanzare dell'età.

### 3.5.3 La normativa

Per l'accessibilità valgono le indicazioni fornite dalla UNI 11174 art. 5.1. Non devono essere presenti gradini in prossimità delle porte di salita passeggeri, ossia il passeggero non deve incontrare gradini appena varcata la soglia di ingresso a bordo, né in altre parti del veicolo accessibili all'utenza. In merito all'ingresso di passeggeri con disabilità permanente, in riferimento alla norma UNI 11174, art. 5.1.4, sarà adottata la soluzione b). La porta per l'accesso della carrozzina deve essere il più possibile vicino alle cabine di guida, compatibilmente con l'architettura generale del veicolo. Le due postazioni devono essere concepite in modo tale che il passeggero che accede alla postazione, agevolmente si posizioni e si affranchi con spalle al senso di marcia. L'ancoraggio della carrozzina deve avvenire tramite cintura di sicurezza.

Per l'abitabilità valgono le indicazioni della norma UNI 11174 art. 5.2, con le precisazioni che seguono:

- Altezza libera del cielo all'interno dei rotabili, lungo la mezzeria longitudinale, non inferiore a 2100 mm dal piano del pavimento, per l'intera lunghezza della cassa, incluse la zona del condizionatore e del pantografo, esclusa la zona degli intercomunicanti (dove l'altezza sarà non minore di 2000 mm).
- Larghezza minima dei corridoi non inferiore a 500 mm per l'intera altezza della vettura.
- Altre dimensioni secondo Regolamento 107 UN-ECE.

Per il comfort acustico (rumorosità interna) valgono le indicazioni della norma UNI 11174 art. 5.4, con le seguenti precisazioni:

- Per la misura, nel salone passeggeri, il microfono va posto a 1,6 m di altezza dal pavimento, sulla mezzeria e in posizione centrale di ciascun modulo e finestrini chiusi del comparto; per la misura in cabina di guida il microfono va posto a 1,2 m di altezza dal pavimento a 0,2 m dall'orecchio del personale di condotta con finestrini chiusi della cabina di guida.
- Da fermo, livello di pressione sonora continua equivalente non superiore a  $63 \pm 1$  dB(A) in cabina di guida e a  $65 \pm 1$  dB(A) in tutte le zone del comparto passeggeri con gli impianti ausiliari, la climatizzazione e la ventilazione alla massima potenza.
- Alla velocità costante di 40 km/h, livello di pressione sonora continua equivalente non superiore a  $70 \pm 1$  dB(A) in cabina di guida e a  $74 \pm 1$  dB(A) in tutte le zone del comparto passeggeri, inclusi i passaggi attraverso le articolazioni, con tutti gli impianti ausiliari, la climatizzazione e la ventilazione alla massima potenza.

I livelli di rumorosità interna sono relativi ad intervalli temporali superiori a 15 secondi. I livelli di rumore indicati saranno ridotti di 3 dB(A) in presenza di toni puri nella gamma di frequenze da 300 a 4000 Hz, considerando

tono puro il livello di pressione sonora all'interno di una banda di 1/3 di ottava, che superi di almeno 5 dB i livelli di pressione sonora di ambedue le bande adiacenti. I suddetti parametri vanno assunti quali requisiti di progettazione; in fase di progettazione l'IA produrrà un'accurata "Analisi della rumorosità interna", in cabina e in comparto, per rotabile fermo e in marcia a 40 km/h, a dimostrazione del soddisfacimento di tali requisiti.

Oltre ai requisiti sopra menzionati, il rotabile sarà esente da rumori di intensità elevata, tali da essere percepiti come fastidiosi, in tutte le condizioni di marcia (avviamento, accelerazione, velocità massima, frenata, inserzione e disinserzione impianti, percorrenza di curve, apertura e chiusura porte). Sarà inoltre a carico della impresa appaltatrice rimuovere le cause di rumorosità anomala,

per quanto attribuibili al materiale rotabile.

Per l'illuminazione interna valgono le indicazioni della norma UNI 11174 art. 5.5.

Per il comfort termico valgono le indicazioni della norma UNI 11174 art. 5.6, con logica e funzionamento separati degli impianti di cabina rispetto quello del comparto passeggeri.

Per i sistemi informativi di bordo, valgono le indicazioni della norma UNI 11174 art. 5.7; anche se il rotabile in questione è classificato HL2 secondo norma UNI CEI 63 EN 45545, è da prevedersi comunque l'impianto di comunicazione full-duplex dai passeggeri al conducente integrato con la funzione di segnale d'allarme.



4





IGIENE

## 4.1 Igiene: tra percezione e realtà

Con il termine igiene si intende l'insieme delle norme riguardanti la pulizia e la cura della persona e degli ambienti, finalizzate al mantenimento dello stato di salute dell'individuo e più in generale della collettività.

Il mantenimento dello stato di salute passa attraverso la prevenzione dell'insorgenza e il diffondersi delle malattie. A questo scopo vanno individuati i fattori che favoriscono o riducono tale diffusione.

### 4.1.1 L'igiene nel trasporto pubblico

I mezzi pubblici sono considerati veicolo di batteri e virus dagli italiani, soprattutto da parte dei giovani. La notizia arriva da un'indagine Doxa, commissionata da Initial Italia, dalla quale emerge come gli italiani percepiscono i mezzi pubblici di cui fanno uso quotidianamente per spostarsi.

Il numero giornaliero dei passeggeri a bordo dei mezzi pubblici è tale da comprometterne l'igienicità; sono infatti milioni i germi e i batteri che si depositano prima sulla nostra pelle e poi sulle superfici con cui si viene a contatto. Consapevoli di questo, sempre più italiani sembrano avere paura di contrarre infezioni, verruche o problematiche dermatologiche semplicemente prendendo l'autobus, la metro o i treni. In generale, il 93% degli italiani pensa che la scarsa igiene sia la

causa principale di malattie e infezioni. Parlando di igiene, l'indagine spiega che per il 72% degli italiani è un concetto da associare alla cura di sé e degli ambienti dove si vive, mentre per il 61%, l'igiene è sinonimo di sicurezza degli ambienti intesi come protetti da malattie, contagi e infezioni.

In particolare, però, i più spaventati sembrano essere i giovani tra i 18 e 34 anni del Nord Italia. Le nuove generazioni trovano allarmante la possibilità di trasmissioni di infezioni tramite batteri e virus: il 54% degli intervistati ritiene, infatti, che la mancanza di igiene possa causare la trasmissione di problematiche dermatologiche anche gravi, il 53% si fa spaventare dal rischio di contrarre micosi e verruche.

## 4.1.2 Specie batteriche più comuni nel TPL

Diversi sono stati gli studi condotti nel mondo, che hanno cercato di analizzare quanto la percezione degli utenti, circa le dubbie condizioni igieniche all'interno dei mezzi di trasporto urbano, combacino con la realtà dei fatti.

Tra questi, uno dei più noti è lo studio condotto dalla Weill Cornell University nel 2013 e pubblicato nel 2015, in cui è stata presa in esame la metropolitana di New York. Con l'uso di tamponi superficiali sono stati rilevati oltre quattromila campioni di DNA da tornelli, sedili, mancorrenti, porte, panchine, etc.

Sebbene la maggior parte delle specie batteriche identificate siano state definite innocue per l'uomo, quasi il 48% dei campioni di DNA raccolti non corrispondeva a nessun organismo riconosciuto, mentre dei batteri riconosciuti il 57% non è stata mai associata a patologie umane, e ben il 31% erano batteri potenzialmente pericolosi per la salute di individui immunocompromessi,

sensibili alle malattie o ferite. Un secondo studio, interessante ai fini di questa analisi, è il progetto londinese del 2016, *"London Under the Microscope"* condotto dal microbiologo Paul Matewele: 80 tamponi superficiali effettuati nei trasporti urbani di uso comune (metropolitana, autobus e taxi) hanno identificato la presenza di ben 121 specie batteriche e muffe differenti, alcune delle quali considerate pericolose, in particolare, per soggetti deboli.

Entrando nel merito, la metropolitana è risultata essere il mezzo di trasporto più sporco, con ben 95 specie batteriche, mentre gli autobus sono risultati più puliti con 37 specie batteriche, tra le quali sono state identificate ben 8 specie batteriche più pericolose per l'uomo, di seguito elencate. (*Figura 4.1*)

Figura 4.1



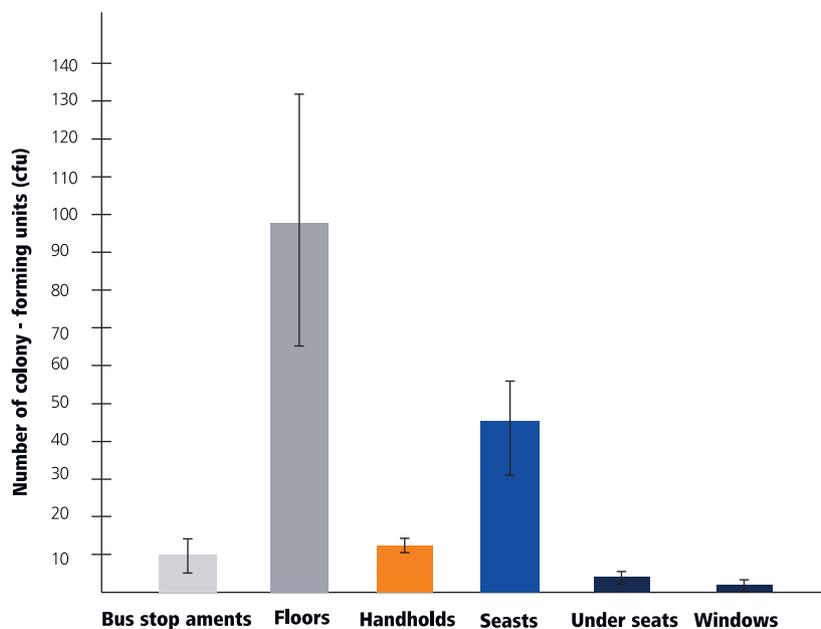
Studio condotto da Paul Matewele sulla metropolitana di New York

- ***Klebsiella***: un batterio Gram-negativo in grado di causare infezioni a livello polmonare, portando quindi a difficoltà respiratorie, polmonite, raffreddore e febbre, al tratto urinario o in prossimità di lesioni cutanee/ferite.
- ***Bacillo***: è un batterio appartenente alla categoria dei Gram-positivi. Tra le specie a cui l'uomo risulta più sensibile si trovano il *Bacillus anthracis* e *Bacillus cereus*, che provocano rispettivamente infezioni a livello cutaneo, gastrointestinale o nei casi più rari a livello polmonare e intossicazione alimentare.
- ***Fusarium***: questo termine comprende un genere molto ampio di funghi e muffe che possono infettare l'uomo e che nella maggior parte dei casi provocano malattie come onicomicosi e cheratite.
- ***Enterobacter sakazakii***: è un batterio Gram-negativo asporigeno patogeno opportunista, causa di infezioni neonatali come meningite e enterocolite necrotizzante per lo più associate al consumo di latte in polvere.
- ***Enterococcus faecalis***: è un batterio Gram-positivo, che normalmente si trova nel tratto gastrointestinale di molti animali a sangue caldo, compreso l'uomo, ma che può trasformarsi in un agente patogeno in grado di provocare infezioni più o meno letali: endocardite, meningite, sepsi, infezione al sangue o alle vie urinarie.
- ***Serratia marcescens***: è un batterio Gram-negativo, riconosciuto tra i patogeni opportunisti in grado di provocare polmonite, infezioni all'apparato respiratorio e alle vie urinarie, cheratite, meningite e ancora infezioni al sangue e in prossimità di lesioni cutanee.
- ***Alternaria***: anche questo è un genere di funghi, diffusi prevalentemente su specie vegetali, che, attraverso il rilascio di spore, sono in grado di provocare problemi respiratori.
- ***Stafilococco***: è una famiglia di batteri Gram-positivo, normalmente presente sulla pelle o sulle vie nasali; ne esistono diverse specie, tra cui ceppi MRSA (*Staphylococcus Aureus Resistente alla Meticillina*) e lo *Staphylococcus Epidermidis*, le due più pericolose per l'uomo in grado di provocare infezioni alla pelle, al sangue, alle ossa e all'apparato respiratorio e cardiaco.

A proposito di quest'ultimo, grazie ad uno studio condotto nel 2011 sul sistema di trasporto pubblico di Portland, città in Oregon (USA), è emerso come tra le specie più diffuse, nei mezzi di trasporto, siano proprio quelle appartenenti alla famiglia *Staphylococcaceae*: sono stati identificati sei diversi ceppi di *Staphylococcus*. La stessa ricerca ha inoltre fornito informazioni circa la distribuzione e la concentrazione dei batteri nelle varie componenti del mezzo di trasporto, al fine di

comprendere quali aree di bus e tram fossero più ricche di microbi (*Grafico 4.1*). Dai campioni raccolti attraverso test superficiali è emerso che maggiori concentrazioni di batteri si trovano sui pavimenti e sui sedili in tessuto. Mentre, contrariamente a quanto ci si aspetta, concentrazioni batteriche significativamente inferiori sono state rinvenute sui corrimano, sui sedili in plastica, in prossimità dei finestrini e ancora sotto i sedili.

*Grafico 4.1*



*Indagine sulla distribuzione e concentrazione dei batteri sui vari componenti del mezzo di trasporto.*

## 4.2 L'attenzione per l'igiene a seguito della pandemia

Alla luce dei dati finora raccolti, in materia di comfort e igiene, non sorprende come, allo scoppio della pandemia di COVID-19, i mezzi di trasporto pubblico siano stati da subito considerati i luoghi a maggior rischio contagio e come, in funzione di ciò, le abitudini degli italiani siano state oggetto di significativi cambiamenti.

Per ciò che riguarda prettamente il fattore igienico sono emblematici i dati raccolti dall'indagine commissionata a BVA-Doxa da parte della Rentokil Initial Italia, azienda leader nel mondo in disinfestazione e servizi per l'igiene. Dalle risposte degli intervistati (un campione di 1000 individui) è emerso che, a seguito dell'emergenza

sanitaria nei luoghi di lavoro, circa il 98% ha cominciato a prestare molta attenzione all'igiene per esempio delle mani, con un incremento di oltre il 70% rispetto allo scenario pre-pandemico. Allo stesso modo, anche l'attenzione nei confronti dell'igiene delle superfici ha subito un incremento esponenziale (prima della pandemia solamente il 14% di essi prestava attenzione a questo aspetto, a fronte del 66% attuale). Queste conseguenze, seppur apparentemente scontate, dimostrano la diffusione di una nuova consapevolezza che sta avendo un impatto sulle scelte di mobilità e sulle modalità di condivisione di piccoli spazi ad uso comune, come autobus e tram.

### 4.2.1 Passato e presente a confronto

Entrando nel merito, la letteratura scientifica dimostra che dinanzi allo scoppio di una pandemia, a causa delle misure anti-contagio e della percezione del rischio di infezione, quello dei trasporti ritorna ciclicamente ad essere uno settori più colpiti. Un articolo pubblicato sull'*International Journal of Behavioral Medicine*, analizzando le risposte psicologiche e comportamentali rispetto all'influenza suina, pandemia influenzale H1N1, che ha colpito il mondo tra il 2009 e 2010, ha fatto emergere che su un campione di 186 intervistati il 20% avrebbe rinviato i propri programmi di viaggio, mentre il 22% avrebbe ridotto l'uso dei mezzi pubblici.

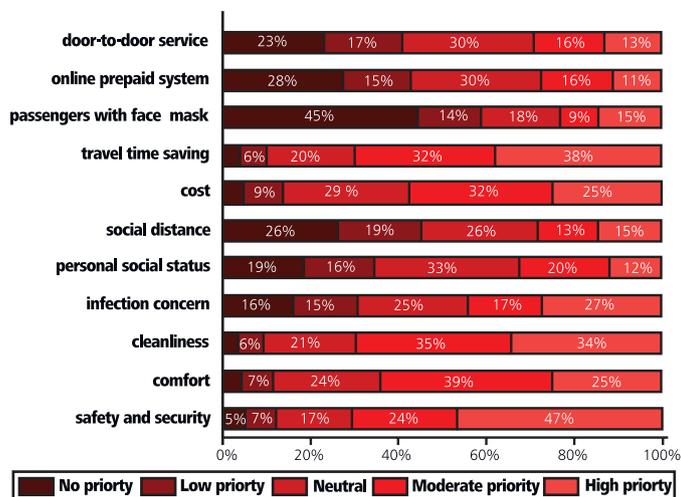
Similmente, anche l'epidemia di Ebola nel 2014 ha avuto un impatto sulle intenzioni di viaggio: a una maggiore percezione del rischio legato all'infezione corrispondeva una maggiore propensione ad evitare viaggi sia internazionali, sia nazionali.

Nell'ultimo anno, la pandemia di COVID-19, come già citato nel Capitolo I, continua ad influenzare i comportamenti di viaggio dei cittadini di tutto il mondo e tra i motivi più influenti spicca proprio il fattore igienico.

Confrontando le immagini mostrate nei *Grafici 4.2*, estrapolate dall'articolo "*Exploring the impacts of COVID-19 on travel behavior and mode preferences*", si dimostra che tra gli aspetti più attenzionati a seguito

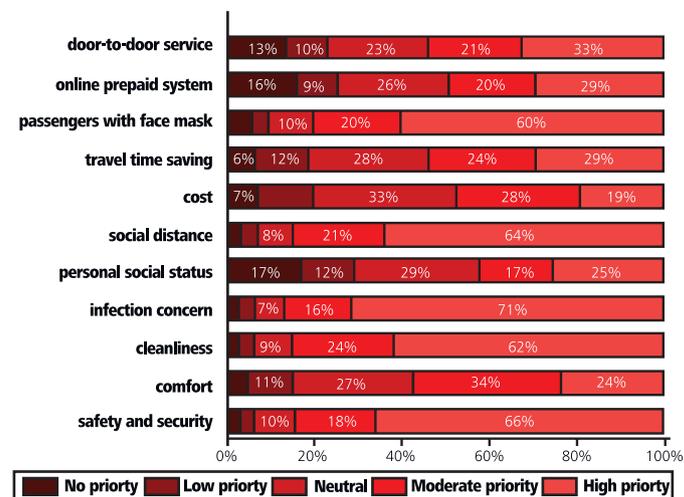
dell'emergenza sanitaria vi sia, al pari della necessità di distanziamento sociale, anche la pulizia dell'abitacolo. Al contrario costi, comfort e tempi di viaggio, in questo scenario pandemico, sono diventati aspetti secondari.

*Grafici 4.2*



*Scenario pre-Covid-19*

*Tra i fattori ad alta priorità emergono su tutti sicurezza protezione e il tempo di viaggio.*



*Scenario Covid-19*

*Tra i fattori ad alta priorità emerge principalmente la sicurezza e protezione, il distanziamento sociale e la pulizia.*

## 4.3 Quando il distanziamento sociale non basta

A supportare la necessità di dover agire in termini progettuali per migliorare le condizioni igieniche all'interno dei mezzi di trasporto pubblico, si aggiungono "scoperte" più recenti circa la capacità del Coronavirus non solo di viaggiare oltre la "distanza di sicurezza" pari a 1,5 metri, indicata dall'OMS, ma anche di permanere a lungo in aria e sulle superfici.



### 4.3.1 Il caso di Zhejiang

In questo contesto si inserisce uno studio condotto per il governo cinese da Hu Shixiong, dipendente del Centro provinciale per il controllo e la prevenzione delle malattie dell'Hunan. Lo studio, pubblicato nel Settembre 2020 e poi ritirato senza apparente motivo, ha prodotto risultati che dimostrano come il Coronavirus sia in grado di rimanere nell'aria per almeno 30 minuti e viaggiare fino a una distanza pari a 4,5 metri.

L'analisi si è basata su un caso di epidemia di COVID-19 confermato il 22 gennaio, quindi durante il picco della stagione dei viaggi per il capodanno lunare, presso la comunità di Zhejiang, località della Cina orientale.

Come mostra l'immagine di *Figura 4.2*, tratta dall'articolo suddetto, un passeggero, identificato come paziente 0 (in rosso), è salito a bordo di un autobus di 48 posti a lunga percorrenza e si è sistemato in seconda fila dal retro. Trattandosi di un momento antecedente a quando la Cina ha lanciato l'allarme di emergenza sanitaria, nessuno dei passeggeri indossava un dispositivo di protezione individuale. Per queste ragioni, sebbene il paziente 0, secondo quanto confermano le immagini delle telecamere di sicurezza, non abbia interagito con nessuno degli altri passeggeri durante il viaggio, è emerso che ben sette di loro hanno contratto il virus. Tra questi sono state identificate non solo persone sedute relativamente vicino al "paziente zero", ma anche

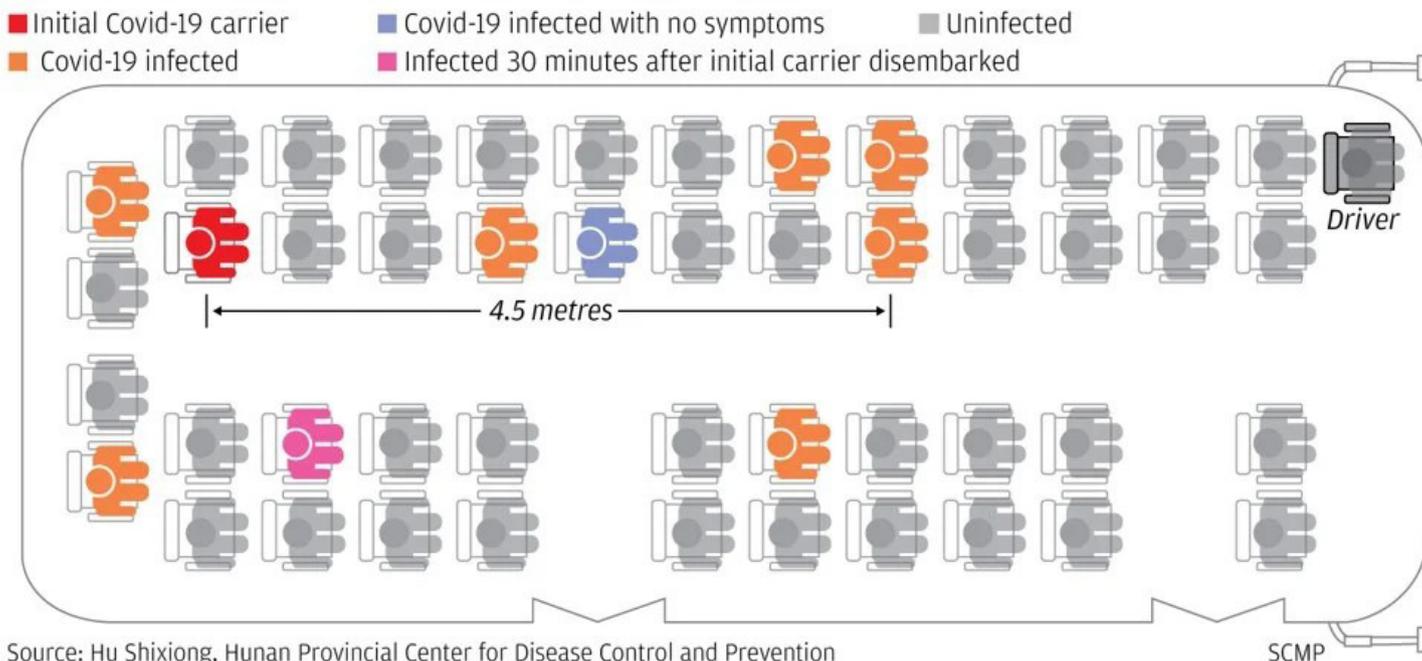
un paio di soggetti posizionati a sei file da lui, a circa 4,5 metri di distanza.

Al di là di questo, il dato più interessante è che tra i passeggeri di un secondo gruppo salito a bordo circa

30 minuti dopo, un altro individuo è stato infettato, avvalorando la tesi secondo cui il virus sia in grado di rimanere sospeso nell'aria per almeno mezz'ora e provocare contagi indiretti.

Figura 4.2

## How Covid-19 spread through a Hunan bus



Studio condotto da Hu Shixiong, sulla diffusione del virus all'interno di un autobus, senza l'utilizzo di mascherine di sicurezza.

## 4.3.2 Analisi dei materiali e delle superfici

La conferma scientifica di quanto ipotizzato fino ad ora, arriva grazie all'analisi condotta da un gruppo di ricercatori della provincia di Huan, che fornisce informazioni più dettagliate in merito ai tempi di permanenza del Coronavirus su superfici contaminate a seconda del materiale che le costituisce, diventando a loro volta veicolo di trasmissione tra persone, che ignorano, toccano la medesima superficie e poi si sfregano il viso.

Il tempo di permanenza sulla superficie dipende, infatti, non solo da fattori ambientali quali la temperatura o l'umidità, ma anche dal tipo di superficie.

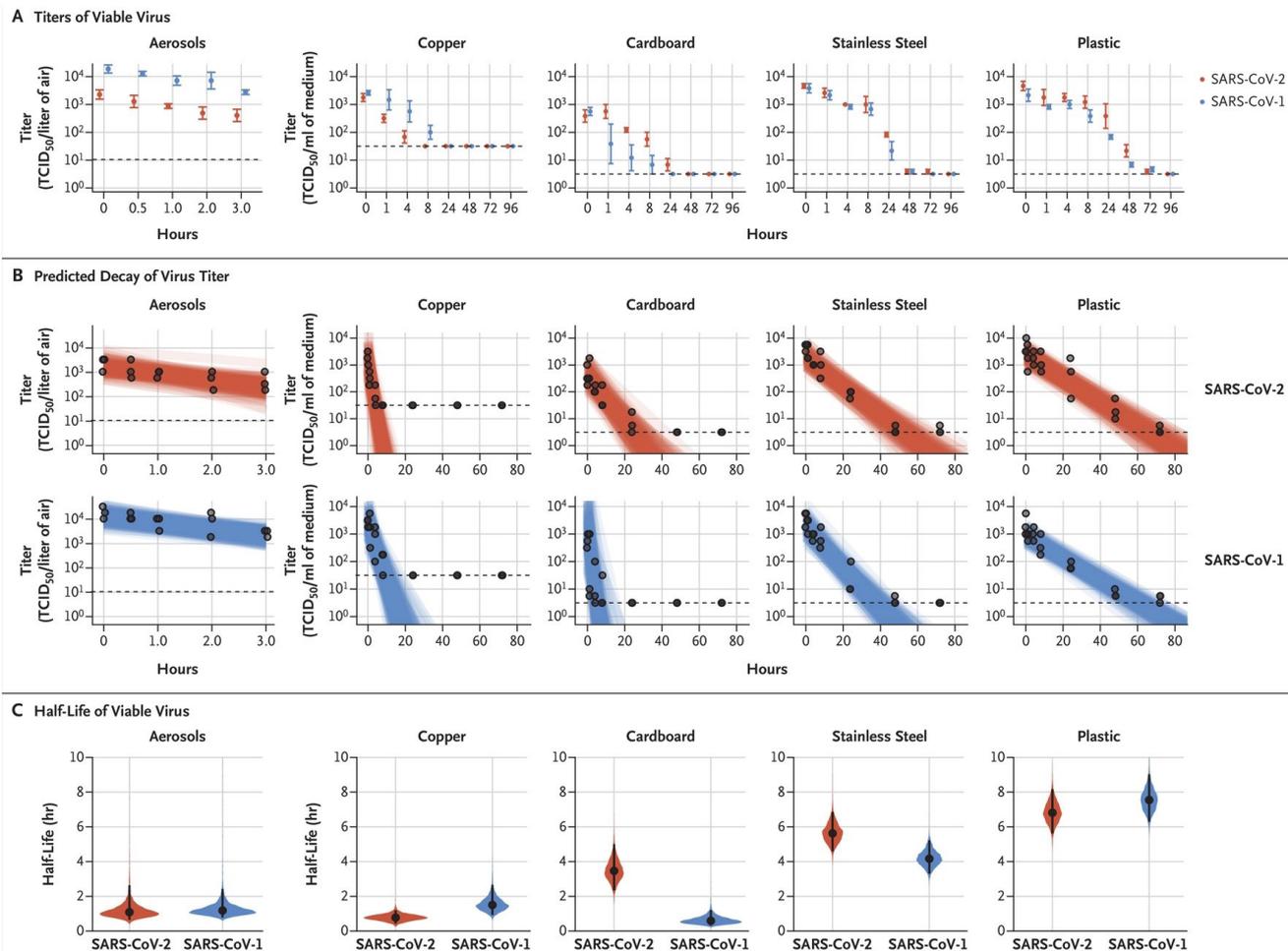
Nello specifico, i ricercatori hanno valutato la stabilità di SARS-CoV-2 e SARS-CoV-1 negli aerosol e su 5 differenti materiali (plastica, acciaio inossidabile, rame e cartone) e hanno stimato i loro tassi di decadimento utilizzando un modello di regressione *bayesiano*.

Di seguito sono riassunti i principali risultati (*Figura 4.3*):

- SARS-CoV-2 è rimasto vitale negli aerosol per tutta la durata dell'esperimento (3 ore).
- SARS-CoV-2 è risultato più stabile su plastica e acciaio inossidabile che su rame e cartone poiché il virus vitale è stato rilevato fino a 72 ore dopo l'applicazione su queste superfici.
- SARS-CoV-1 è risultato stabile dopo 72 ore su plastica e dopo 48 ore su acciaio inossidabile.
- Dopo 4 ore nessun SARS-CoV-2 è stato individuato sul rame, allo stesso modo dopo 8 ore nessun SARS-CoV-1 vitale è stato rilevato su rame.
- Su cartone, nessun SARS-CoV-2 vitale è stato misurato dopo 24 ore e nessun SARS-CoV-1 vitale è stato misurato dopo 8 ore.

La vitalità più lunga di entrambi i virus era su acciaio inossidabile e plastica; l'emivita mediana, ovvero il tempo medio in cui decade metà della massa iniziale dell'elemento, stimata di SARS-CoV-2 era di circa 5,6 ore su acciaio inossidabile e 6,8 ore su plastica.

Figura 4.3



Sezione A- Analisi sui tempi di vitalità del virus SARS-CoV-2 (rosso) e SARS-CoV-1 (blu) in aria e sui materiali.

Sezione B - Previsioni sui tempi di decadimento.

Sezione C - Andamento della vita media del virus.

Il virus SARS-CoV-2 permane più a lungo su superfici estremamente lisce come appunto la plastica e l'acciaio inox e meno invece sulle superfici porose quali il legno e il cartone. (Figura 4.4)

Risultati simili sono riportati in un secondo articolo pubblicato ad Aprile 2020, in cui è stato dimostrato che, ad una temperatura di 22 °C con un'umidità relativa intorno al 65%, solo dopo 7 giorni nessun virus infettivo

è stato rilevato dalle superfici in acciaio inossidabile e plastica e solo dopo 4 giorni nessun virus infettivo è stato rilevato da superfici lisce trattate come il vetro. Al contrario, nessun virus infettivo è stato rilevato già dopo 2 giorni su legno trattato e tessuto.

Gli stessi dati sono stati così schematizzati nel documento ufficiale "Rapporto ISS COVID-19 n. 25/2020".

Figura 4.4

<b>Superfici</b>	<b>Particelle virali infettanti rilevate fino a</b>	<b>Particelle virali infettanti non rilevate dopo</b>
carta da stampa e carta velina	30 minuti	3 ore
tessuto	1 giorno	2 giorni
tessuto	1 giorno	2 giorni
banconote	2 giorni	4 giorni
vetro	2 giorni	4 giorni
plastica	4 giorni	7 giorni
acciaio inox	4 giorni	7 giorni
mascherine chirurgiche strato interno	4 giorni	7 giorni
mascherine chirurgiche strato esterno	7 giorni	non determinato

*Tempi di permanenza delle particelle virali sulle differenti superfici.*

## 4.4 Gestione della pulizia degli spazi

In relazione alle misure anti-contagio per il settore considerato, il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ha stilato un Protocollo di regolamentazione per il contenimento della diffusione del Covid-19 nel settore del trasporto e della logistica. Secondo questo documento le aziende di trasporto sono chiamate a:

- Procedere con l'igienizzazione, sanificazione e disinfezione dei treni e dei mezzi pubblici, effettuando l'igienizzazione e la disinfezione almeno una volta al giorno e la sanificazione in relazione alle specifiche realtà aziendali ma secondo le modalità definite.
- Prevedere la separazione dell'area riservata al guidatore con distanziamenti di almeno un metro dai passeggeri.
- Utilizzare idonei tempi di attesa al fine di evitare contatto tra chi scende e chi sale e prevedere una porta per la salita ed una per la discesa.
- Sospendere l'attività di bigliettazione a bordo da parte degli autisti.

Accanto queste specifiche norme, si fa menzione anche ad adempimenti di carattere più generale all'interno del mezzo, quali:

- Predisporre necessarie comunicazioni a bordo dei mezzi anche mediante apposizione di cartelli che indichino le corrette modalità di comportamento dell'utenza e corretto uso e gestione dei dispositivi di protezione individuale.
- Ove possibile, installare dispenser di soluzione idroalcolica ad uso dei passeggeri.

Mai come in questo periodo storico in effetti si è sottolineata l'importanza e la necessità di salvaguardare la salute pubblica, minimizzando rischi di contagio batteriologico attraverso interventi di pulizia, detersione, igienizzazione, disinfezione e sanificazione degli ambienti. Si tratta di operazioni che sotto un profilo semantico sono sempre state considerate come soluzioni alternative le une alle altre, ma che oggi, di fronte ad un'emergenza sanitaria, causata dal propagarsi di un virus anche per contagio indiretto, hanno acquisito una propria identità e importanza.

A tal proposito il Rapporto *“Raccomandazioni ad interim sulla sanificazione di strutture non sanitarie nell’attuale emergenza COVID-19: superfici, ambienti interni e abbigliamento”*, pubblicato il 15 maggio dall’Istituto Superiore di Sanità (ISS), fornisce, in funzione di quello che è il grado di permanenza del Coronavirus su differenti materiali, informazioni utili circa i prodotti da utilizzare per la pulizia, detersione, igienizzazione, disinfezione, sanificazione delle superfici e chiarisce la differenza semantica che sussiste tra questi termini.

**Pulizia:** è l’insieme di procedure atte a rimuovere manualmente o meccanicamente lo sporco su superfici, oggetti e ambiente. La pulizia è un’operazione preliminare e va eseguita con cura tramite sostanze detergenti per rimuovere polvere, liquidi, materia organica e in genere tutto lo sporco visibile, ed è indispensabile per predisporre l’area o la superficie interessata per i successivi trattamenti.

**Detersione/Igienizzazione:** consiste nella rimozione e nell’allontanamento dello sporco e dei microrganismi in esso presenti, con conseguente riduzione della carica microbica. La detersione è un intervento obbligatorio prima di disinfezione e sterilizzazione, perché lo sporco è ricco di microrganismi

che vi si moltiplicano attivamente ed è in grado di ridurre l’attività dei disinfettanti. Si richiede quindi l’utilizzo di prodotti certificati.

**Disinfezione:** è un trattamento che riduce la carica microbica dell’ambiente, delle superfici e dei materiali, che deve essere effettuato con prodotti di disinfezione (battericidi o presidi medico chirurgici) autorizzati dal Ministero della Salute. Questi prodotti devono obbligatoriamente riportare in etichetta il numero di registrazione/autorizzazione.

**Sanificazione:** è un “complesso di procedimenti e operazioni” di pulizia e/o disinfezione e comprende il mantenimento della buona qualità dell’aria anche con il ricambio d’aria in tutti gli ambienti. L’intervento di sanificazione mira ad eliminare alla base i microrganismi patogeni e gli agenti contaminanti non debellabili con le normali procedure. La sanificazione rappresenta uno stadio di igiene più approfondito e ha come obiettivo quello di rendere sani gli ambienti trattati, ridurre i rischi sanitari e tutelare la salute dei cittadini.

**Sterilizzazione:** è un processo fisico o chimico che porta alla distruzione mirata di ogni forma microbica vivente, sia in forma vegetativa, sia in forma di spore.

Nel trasporto pubblico urbano, secondo lo standard previsto dalla legge, la sanificazione e la disinfezione dei mezzi devono essere effettuate almeno una volta al giorno, abitualmente al rientro in rimessa, al termine del turno e, come prassi minima, attraverso l'utilizzo di alcool 75% per tutte le superfici di contatto. I prodotti più utilizzati sono a base di candeggina o cloro, ma anche etanolo e cloroformio.

Tra le compagnie di trasporto pubblico "esemplari" si citano l'ATM e l'ATV: la prima ha previsto una sanificazione quotidiana di treni, bus, tram e filobus, di tutte le stazioni e le banchine, combinata con attività di igienizzazione

dei mezzi anche durante il giorno, cioè ai capolinea, delle linee di superficie più frequentate e ai capolinea delle metropolitane, attraverso l'uso di speciali pistole con atomizzatore per vaporizzare sostanze disinfettanti; la seconda ha adottato metodi di pulizia a vapore secco, ovvero contenenti soltanto il 5% di micro-particelle d'acqua ad una temperatura di 180°C, evitando qualsiasi sistema che preveda aria compressa o acqua in pressione, e l'esposizione ad ozono, che ha un potere tanto ossidante da uccidere immediatamente il virus.

## 4.4.1 Sistemi di sanificazione

Entrando nel merito, per ciò che riguarda la sanificazione, l'ultimo anno ha visto lo sviluppo e la sperimentazione di nuovi sistemi all'avanguardia, in grado di sostituirsi o integrarsi con le pratiche di sanificazione più comuni, con l'unico obiettivo di decontaminare le superfici, che come detto sono diventate una delle principali fonti di contagio. Ai fini progettuali ancora una volta è importante però fare una distinzione semantica tra ciò che si intende per sanificazione attiva e ciò che si intende

per sanificazione passiva. Sebbene il principio d'azione sia sempre lo stesso, ovvero rimuovere germi e batteri dalle superfici, in termini pratici la sanificazione attiva richiede l'intervento esterno di un operatore chiamato a effettuare manualmente le operazioni di pulizia e disinfezione; al contrario, la sanificazione passiva non richiede l'intervento di terze parti perché veicolata direttamente dalle superfici in grado di autoigienizzarsi.

## La luce UV-C

Tra i sistemi di sanificazione attiva più considerati da scienziati e ricercatori vi è il trattamento con raggi UV. L'irradiazione germicida ultravioletta (UVGI), è un mezzo di disinfezione consolidato e utilizzato già da lungo tempo per prevenire la diffusione di alcune malattie: è valido contro diversi virus come MHV-A59, MERS-CoV, H1N1, SARS-CoV-1 e adatto alla sanificazione di aria, acqua e, sebbene con qualche limitazione, di superfici.

Le lampade comunemente utilizzate nell'applicazione di UVGI sono lampade che emettono radiazioni ultraviolette a onde corte: i raggi UV-C con una lunghezza d'onda compresa tra 200 e 280 nm si trovano nella banda di radiazioni capaci di uccidere o inibire virus e batteri, esattamente alla lunghezza di 253,7 nm, ma sono totalmente assorbiti dall'atmosfera.

La radiazione UV-C uccide o inattiva i microbi, danneggiando il loro acido deossiribonucleico (DNA) e acido ribonucleico (RNA).

Il processo di inattivazione si verifica, infatti, quando l'assorbimento di un fotone forma dimeri di pirimidina tra basi di timina adiacenti e rende il microbo incapace di replicarsi. Quindi, anche se i batteri rimangono sulla superficie, la loro carica virale è disattivata e non rappresentano più una minaccia per la salute umana.

Tra gli aspetti più critici di questo sistema sanificazione vi però quello della sicurezza: come documentato dalla letteratura scientifica, i raggi UV-C, in funzione della durata e dell'intensità di esposizione, possono provocare gravi danni agli occhi (fotocheratite, foto-congiuntive) e alla pelle (invecchiamento precoce, eritemi o persino tumori), implicando l'impossibilità di utilizzo in presenza di persone e non al di fuori di sistemi chiusi, come contenitori di plexiglas o vetro, in grado di schermare i raggi UV-C. A ciò si aggiunge la direzionalità dei raggi UV-C che richiede quindi di monitorare il raggio di esposizione delle superfici per evitare zone d'ombra, ai fini di una sanificazione completa.

## La fotocatalisi - TiO<sub>2</sub>

A metà tra i sistemi di sanificazione attiva e i sistemi di sanificazione passiva si inserisce un seconda tecnologia, oggetto di molti studi negli ultimi anni, che sfrutta le proprietà del biossido di titanio: l'ossidazione fotocatalitica.

Il biossido di titanio (TiO<sub>2</sub>) è, infatti, un ossido semiconduttore dotato di una elevata reattività, per cui se esposto alla luce del sole o alla luce UV, attraverso l'assorbimento diretto di fotoni incidenti, è in grado di partecipare a processi fotochimici di superficie, fungendo da virucida naturale.

Il processo di inattivazione dei virus, per l'azione fotocatalitica del TiO<sub>2</sub>, avviene attraverso la formazione fotochimica di Specie Reattive dell'Ossigeno (ROS) come ·HO<sub>2</sub> ·H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e i gruppi ossidrilici ·O<sub>2</sub><sup>-</sup> e ·OH<sup>-</sup>, in grado di trasformare le sostanze organiche dannose in molecole inorganiche innocue (come H<sub>2</sub>O e CO<sub>2</sub>).

Il meccanismo è avviato sulle particelle di virus attraverso il loro adsorbimento sulle superfici del catalizzatore, a cui segue l'attacco al capsido proteico e ai siti di legame dei virus. Una volta impedita la proliferazione del virus, il successivo processo di decomposizione comporta il degrado della parete cellulare e della membrana citoplasmatica, sempre a causa della produzione di specie reattive dell'ossigeno (ROS), portando inizialmente alla fuoriuscita del contenuto cellulare quindi alla lisi cellulare,

fino ad una completa mineralizzazione dell'organismo. Sintetizzando, questo tipo di trattamento, che avviene anche quando ci sono cellule che coprono la superficie e la moltiplicazione dei batteri è attiva e in modo costante, consente due livelli di attacco degradativo fotocatalitico contro virus e batteri: il primo consiste nella foto-inattivazione, garantendo la disinfezione delle superfici, il secondo consiste nella decomposizione delle cellule virali, con effetto sterilizzante.

Di per sé il biossido di titanio, in forma di anatasio, rappresenta il fotocatalizzatore più comune e possiede molteplici vantaggi tra cui basso costo, elevata efficienza fotocatalitica, durabilità nel tempo, ma soprattutto atossicità, aspetto che lo rende un sistema di sanificazione del tutto innocuo per la salute umana, quindi adatto all'impiego in luoghi costantemente affollati, e versatilità di impiego, perché compatibile con diversi materiali quali vetro, plastica, tessuti, vernici o inchiostri. A ciò si aggiunge la sua capacità di assorbire/schermare i raggi ultravioletti, rendendolo un additivo in grado di proteggere le superfici.

Tra gli aspetti negativi non si può non menzionare il fatto che l'efficienza fotocatalitica è influenzata dallo spessore, dalla rugosità, dalla presenza di impurezze, dalla concentrazione di OH<sup>-</sup> in superficie e dalla quantità di luce, sia essa naturale o artificiale, incidente sulle superfici.

## Il rame

Per concludere, in relazione ai sistemi di sanificazione passiva si porta l'esempio del rame.

Le proprietà antibatteriche del rame si riconducono all'azione degli ioni  $\text{Cu}^+$  che interferiscono con i processi metabolici naturali delle cellule batteriche. Sebbene l'esatto meccanismo non sia ancora del tutto chiaro, esiste una teoria a riguardo, secondo cui in un primo momento il batterio, che si deposita sulla superficie, riconoscendo gli ioni di rame come nutrimento essenziale, li assorbe. Una volta dentro, questi ultimi rompono la membrana cellulare del batterio, provocando una significativa perdita di nutrienti e di acqua. A questo punto, attraverso i canali formati, gli ioni di rame immettono ossigeno attivo che blocca in primis la respirazione e l'attività metabolica del batterio e successivamente impediscono la replicazione del DNA.

Questo spiega in modo scientifico i risultati ottenuti dai due articoli citati nel paragrafo 4.3.2 *"Analisi dei materiali e delle superfici"*, ovvero che rispetto ad altri materiali testati, i tempi di permanenza di SARS-CoV-1 e SARS-CoV-2 su superfici di rame erano notevolmente ridotti.

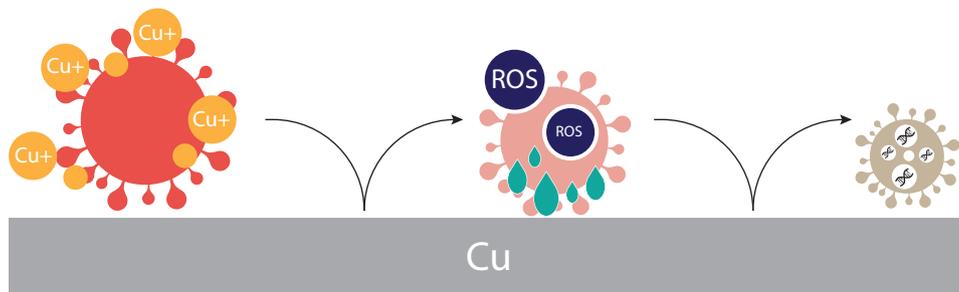
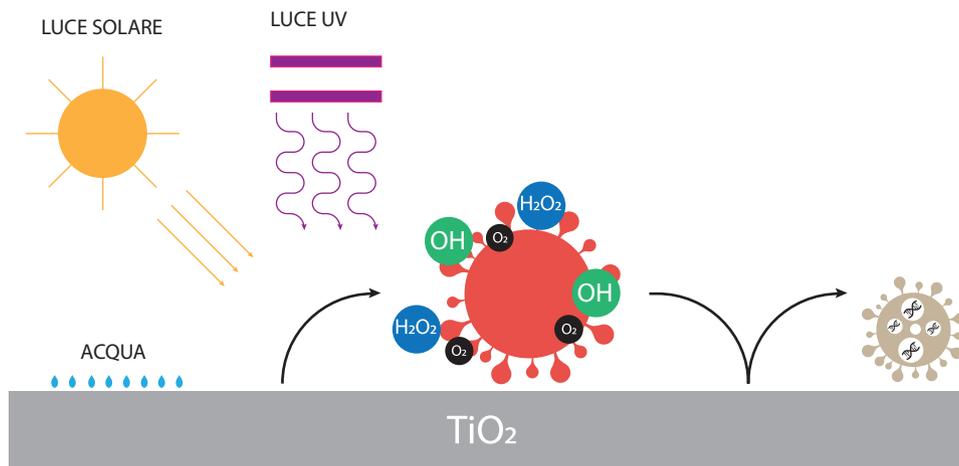
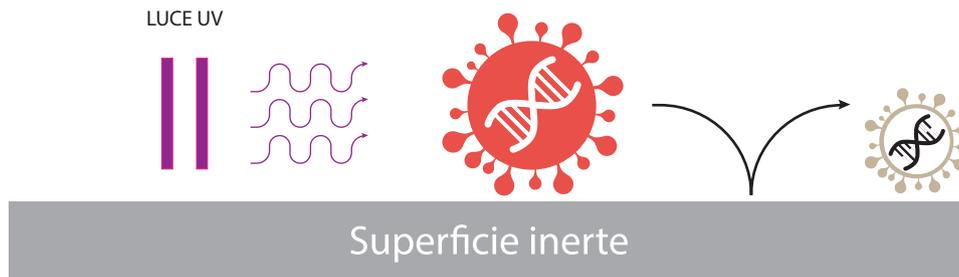
Lo stesso principio attivo è attribuibile anche alle leghe di rame: maggiore è la sua concentrazione, tanto più la lega agisce velocemente ed efficacemente; in generale, come indicato dall'EPA (*United States Environmental Protection Agency*) una lega con il 60% o più di rame possiede già una buona efficacia antibatterica.

Allo stesso tempo, però, esistono diversi fattori che vincolano l'impiego di questo sistema: in primis, l'azione virucida e antimicrobica di questo materiale è fortemente compromessa dall'utilizzo di trattamenti superficiali, tra cui vernici, cere, lacche o rivestimenti, che risultano indispensabili per ovviare ai processi di ossidazione e degradazione del rame; segue l'elevato prezzo di acquisto della materia prima e l'impatto delle condizioni ambientali (temperatura e umidità relativa), che possono avere sul grado di efficacia dell'azione antibatterica.

Nonostante sia stato difficile analizzare e comparare i dati presenti in letteratura, a causa di condizioni sperimentali diverse, è emerso comunque che a temperatura e umidità relativa più elevate corrisponde un aumento dell'efficacia nell'uccisione per contatto.

Nonostante queste considerazioni, che mettono in luce le diverse problematiche associate all'impiego del rame come sistema di sanificazione passiva, parlarne offre importanti spunti di riflessione a livello progettuale.

Il rame, infatti, in quanto materiale intrinsecamente autoigienizzante, fornisce una protezione da batteri e virus in modo costante e in qualsiasi condizione di illuminazione sia essa naturale o artificiale, senza peraltro richiedere alcun apporto di energia elettrica. Soluzioni simili, applicabili a pareti, pavimenti e componenti di arredo, andrebbero quindi a rivoluzionare e migliorare in modo tangibile le condizioni igienico-sanitarie che attualmente caratterizzano i mezzi di trasporto pubblico.



## 4.4.2 Trattamenti antibatterici

Per ciascun principio attivo antibatterico o "biocida", sul mercato esiste una molteplicità di sostanze chimiche che lo incorporano. A fronte della varietà di biocidi, delle sostanze chimiche derivate da ogni biocida e dei diversi produttori esistenti sul mercato, derivano trattamenti che si chiamano tutti antibatterici, ma che sono in realtà molto differenti per efficacia, prestazioni, comportamento e durata nel tempo.

Non esiste quindi "il migliore trattamento", né uno che vada bene per qualunque materiale, bisogna quindi partire da un'analisi qualitativa e prestazionale del prodotto per poi determinare il trattamento antibatterico adatto per questo.

I trattamenti antimicrobici naturali per tessuti sono efficienti se impiegati con concentrazioni massime, e ciò, di conseguenza, riduce la permeabilità all'aria del tessuto e gli conferisce rigidità. Ulteriori criticità, circa il loro impiego, riguardano la difficoltà di estrarre e separare le sostanze bioattive presenti nelle piante, oltre che la loro effettiva durabilità dopo l'uso e il lavaggio.

I principali principi attivi antibatterici comprendono:

- Chitosano
- Ioni di argento
- Peptidi antimicrobici
- PHMB (Poliesametilene Biguanide Cloruro)
- Neem
- Aloe Vera
- Ginkgo Biloba



## Chitosano

Polisaccaride atossico e idrofilo derivato dalla *chitina*, struttura fibrosa naturale prodotta biologicamente in grande quantità da creature viventi (funghi e insetti) che costituisce la sostanza base del carapace e di tanti altri crostacei come granchi, gamberi e aragoste. Possiede un'azione altamente antibatterica che rimane inalterata anche dopo lavaggi o abrasioni da parte di agenti esterni.

### Efficacia:

Grazie all'azione battericida, ossia la diminuzione del numero di cellule batteriche, combinata a quella batteriostatica, ovvero inibizione della crescita batterica, il chitosano presenta un ampio spettro antimicrobico a cui batteri Gram-negativi, Gram-positivi, funghi, lieviti (*Brettanomyces bruxellensis*) e alghe sono altamente sensibili.

### Trattamento e compatibilità con i materiali:

Il trattamento si basa sul processo di UV-grafting, che prevede l'aggraffaggio delle macromolecole di chitosano, come agente di finissaggio, al tessuto tramite radiazione ultravioletta, in presenza di un foto-iniziatore radicalico.

In questi processi si ha la formazione di specie reattive, radicali o ioni, sulle molecole irradiate e per reazione di tali specie con oligomeri reattivi si ha formazione di polimeri.

Se le fibre tessili sono impregnate con una miscela di oligomeri e fotoiniziatore e poi irradiate UV, le catene polimeriche si formano all'interno della struttura fibrosa coinvolgendo le stesse fibre nel processo di aggraffaggio chimico.

Il trattamento risulta solido, resistente all'uso e ai lavaggi, mantenendo invariate le proprietà superficiali dei materiali trattati.

L'attività antibatterica dei campioni deve essere testata secondo norma ASTM E 2149-01 utilizzando *Escherichia coli*, *Staphylococcus Aureus*, *Klebsiella Pneumoniae*. La solidità del trattamento al lavaggio deve essere valutato secondo norme ISO, testando l'attività antibatterica del materiale trattato e sottoposto a 5 cicli di lavaggio successivi.

## Ioni di Argento

Le ricerche hanno confermato che nessun microrganismo patogeno, come batteri, virus e funghi, riesce a vivere più di qualche minuto in presenza di una traccia, seppur minuscola, di argento metallico. Quest'ultimo, infatti, risulta essere uno dei più potenti antibatterici naturali, senza effetti collaterali, in quanto praticamente atossico per tutte le forme di vita che non siano monocellulari.

Dal metallo puro è possibile produrre l'argento ionico e l'argento colloidale. La differenza tra i due è determinata dal rapporto tra particelle di argento non cariche e ioni di argento con carica positiva presenti nella sostanza:

- Se è presente una percentuale più elevata di ioni, la sostanza è etichettata come "argento ionico".
- Se, invece, è presente una percentuale superiore di particelle d'argento di piccole dimensioni rispetto a quella di ione bioattivo, il prodotto è etichettato come "argento colloidale" (ingeribile per curare infezioni cutanee o interne).

Oggi in Italia sono numerose le aziende ad aver investito nell'applicazione di Ioni di Argento per la realizzazione di trattamenti antibatterici, spesso impiegati nell'ambito ospedaliero, o come componenti di additivi per igienizzare numerose tipologie di superfici, polimeriche, ceramiche, lignee e tessili.

### Efficacia:

L'azione antibatterica dell'argento è proporzionale alla presenza di ione Argento bioattivo ( $Ag^+$ ), il quale è in grado di danneggiare irreversibilmente il sistema chiave degli enzimi in 3 diversi modi:

1. Gli ioni Argento ( $Ag^+$ ) si legano alle proteine che compongono la parete della cellula batterica impedendo il trasporto di sostanze dentro e fuori la cellula.
2. Bloccano il sistema respiratorio distruggendo la produzione di energia della cellula; questo causa la distruzione della membrana della cellula batterica e l'uccisione dei batteri.
3. Nella cellula batterica, gli Ioni di Argento interagiscono con il DNA e inibiscono la divisione della cellula batterica stoppando la replicazione.

### Trattamento e compatibilità con i materiali:

I cosiddetti "Tessuti Silver" sono arricchiti di argento attraverso nanotecnologie che incorporano argento direttamente nei filati con dimensioni nell'ordine di un milionesimo di metro, oppure per immersione del tessuto nel 3% circa di argento, al quale si aggiunge un 2% di Elastan per conferire elasticità al tessuto. Queste tipologie di trattamento presentano un'alta resistenza anche se sottoposti ad una pulizia intensiva come quella attuata con l'impiego di vapore o agenti chimici, e pertanto assicurano una riduzione dei cicli di manutenzione e quindi un notevole risparmio economico.

## Peptidi antimicrobici

Negli ultimi anni, la ricerca si è rivolta verso peptidi antimicrobici presenti in natura, AMP (*Antimicrobial peptides*) che appartengono al sistema di difese immunitarie di numerosi organismi viventi utilizzati per proteggersi da attacchi microbici. Il team di ricercatori della Purdue University è riuscito a produrre un rivestimento a base di soli peptidi con funzione antimicrobica, in grado di uccidere i batteri risultando completamente atossico e biocompatibile.

### Efficacia:

Il comportamento dei peptidi può essere considerato ad ampio spettro d'azione poiché si esplica su un'ampia gamma di organismi, batteri Gram-positivi e Gram-

negativi, ma anche su virus e funghi.

### Trattamento e compatibilità con i materiali:

Il trattamento di finissaggio superficiale consiste nell'inserimento e penetrazione dei peptidi antimicrobici nelle microcricche del materiale, attualmente l'efficacia del rivestimento è stata dimostrata solo su acciaio inossidabile e titanio ma può essere applicato a tutte le superfici metalliche.

Il processo antimicrobico genera però l'ossidazione dei peptidi, visibile facilmente grazie al cambio di colore della superficie metallica. La variazione di colore avverte chiaramente quando la superficie ha bisogno di un nuovo trattamento.

## PHMB (*Poliesametilene Biguanide Cloruro*)

Il *poliesametilene biguanide* (PHMB) è un agente antimicrobico ad ampio spettro, con bassa tossicità, il cui effetto antimicrobico si basa sulle interazioni che si creano tra la sua molecola cationica e i fosfolipidi anionici della cellula batterica.

Esso è ampiamente utilizzato come disinfettante nelle piscine, nell'industria alimentare e negli ospedali come agente antisettico per prevenire le infezioni delle ferite, o anche come conservante in cosmetici, prodotti per la cura personale, ammorbidenti, e soluzioni per lenti a contatto. Prodotti disinfettanti a base di PHMB già

disponibili in commercio sono il Lavasept® di Fresenius-Kabi; B. Braun, Vantocil™ FHC e Cosmocil™ CQ di Arch Chemicals, i quali presentano una media di 11-15 unità di biguanide.

### Efficacia:

I polimeri a base di biguanidi sono ammine policationiche composte da unità ripetute di biguanidi cationiche, separate da catene alifatiche. I poli-biguanidi uccidono i batteri caricati negativamente grazie alle attrazioni elettrostatiche che si verificano tra i gruppi di biguanidi

caricati positivamente e la superficie cellulare batterica caricata negativamente.

#### Trattamento e compatibilità con i materiali:

Il suo impiego per il finissaggio antimicrobico dei tessuti si sta evolvendo specialmente nel caso di quelli a base cellulosica, poiché, grazie alla sua natura cationica, forma legami ionici e idrogeno con la cellulosa.

Il PHMB è applicato sui tessuti tramite un trattamento superficiale ad immersione, chiamato *pad-dry-cure*. Pertanto, il suo meccanismo antimicrobico è definito "di contatto", in quanto gli agenti antimicrobici sono legati chimicamente alle superfici delle fibre, e possono controllare solo i microbi presenti su di esse, non riuscendo ad intervenire nel substrato tessile.

La sua applicazione tramite trattamento superficiale risulta efficace su fibre di Nylon, Poliestere e Cotone.

La pelle umana ospita molti microrganismi sani, che forniscono protezioni anche contro gli agenti patogeni. I tessuti funzionali biocidi potrebbero, pertanto, essere in grado di portare alla completa eliminazione dei microrganismi della pelle, causando l'indebolimento del sistema di protezione naturale dell'uomo.

Per tale motivo, i tessuti antimicrobici devono superare i seguenti test presenti nella normativa UNI EN ISO 10993 sulla "Valutazione biologica dei dispositivi medici":

1. Test n° 5: Prove per la citotossicità in vitro.
2. Test n° 10: Test di irritazione e sensibilizzazione della pelle.
3. Test n° 11: Test per la tossicità, genotossicità e cancerogenicità sistemica dell'antimicrobico.

L'impiego di agenti antimicrobici comporta anche notevoli rischi a livello ambientale, soprattutto nel caso di agenti inorganici come l'Argento, il PHMB ed il Triclosano.

Questi, infatti, a seguito dei lavaggi, si disperdono negli ecosistemi acquatici danneggiandoli poiché tossici e non biodegradabili.

Nel caso dell'Argento si può intervenire "immobilizzandolo" tramite la formazione di complessi di solfuro insolubili, che risultano molto meno tossici dell'Argento stesso o delle sue nanoparticelle (Windler et al., 2013).

A tal proposito, di seguito, sono descritte alcune alternative antimicrobiche eco-friendly, a base di estratti vegetali.

## Neem

L'estratto di Neem, derivato dalla pianta appartenente alla famiglia delle "*Meliaceae Neem*", è conosciuto come una delle fonti naturali con proprietà antimicrobiche, mediche e insetticida

### Efficacia:

Gli studi condotti in laboratorio hanno confermato che tutte le parti del Neem presentano efficacia

antimicrobica attiva per bloccare la proliferazione dei batteri, soprattutto nel caso dei batteri Gram-negativi.

### Trattamento e compatibilità con i materiali:

Attualmente sono ancora pochi gli studi riguardanti la sua applicazione nel campo dei tessuti ma il trattamento consiste nella microincapsulazione, all'interno delle fibre tessili, di olio di semi e foglie di Neem.

## Aloe Vera

L'Aloe Vera, appartenente alla famiglia delle *Liliaceae*, è composta da numerosi principi attivi e nutrienti, tra cui l'Acemannano, un polimero a catena lunga che presenta proprietà terapeutiche e caratteristiche antibatteriche, antivirali, antimicotiche e antitumorali.

### Efficacia:

E' stato dimostrato che l'azione battericida dell'Aloe è direttamente proporzionale alla sua concentrazione; in particolare, estratti al 60% sono risultati attivi nei confronti di *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Streptococcus pyogenes*; estratti al 70% su *Staphylococcus aureus*, estratti al 80% su *Escherichia*

*coli* ed estratti al 90% su *Candida albicans*. Sembra avere azione battericida anche verso *Mycobacterium tuberculosis* *Bacillus subtilis*.

### Trattamento e compatibilità con i materiali:

Recentemente, oltre alle applicazioni in ambito cosmetico e medico, si sta usando il gel di Aloe anche in ambito tessile come finitura dei tessuti in cotone.

Il trattamento prevede la microincapsulazione all'interno delle fibre tessili dell'essenza di Aloe Vera, che a contatto con la pelle rilascia delle sostanze benefiche ma allo stesso tempo impedisce la proliferazione di batteri sulla superficie.

## Ginkgo Biloba

Il Ginkgo Biloba è una pianta antichissima originaria della Cina, considerato un fossile vivente e ampiamente noto per le sue molteplici proprietà terapeutiche e salutari.

Attualmente si presenta come candidato eccellente per il trattamento antimicrobico dei tessuti di cotone sanitario. Uno studio ha analizzato l'applicazione dell'estratto delle sue foglie sul tessuto Tencel, e ha confermato la sua funzione antimicrobica. Esso è quindi un potenziale designato per la finitura antimicrobica di accessori per la casa, lenzuola d'ospedale, uniformi per infermieri, camici

chirurgici e teli.

### Efficacia:

Un team di ricercatori ha estratto le sostanze presenti nei semi di ginkgo scoprendo la capacità di inibire la crescita di *Cui Bacterium acnes*, *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus pyogenes*, ovvero tre tipi di batteri che provocano malattie infiammatorie della pelle quali: acne, psoriasi, dermatite ed eczema.

## 4.5 Normative igieniche

In merito alla pulibilità dell'abitacolo, secondo le linee guida della GTT, l'allestimento del comparto passeggeri dovrà essere progettato e realizzato in modo che ogni elemento sia facilmente pulibile con uso di prodotti convenzionali ed attrezzature con impiego di liquidi non in pressione. Particolare attenzione deve essere posta ai supporti delle sedute e agli ancoraggi a terra, in

modo da non occupare eccessivamente la superficie del pavimento.

I sedili dovranno quindi essere preferibilmente montati a sbalzo, ovvero con il sistema Cantilever, di provata robustezza e affidabilità, affinché lo spazio al di sotto rimanga comodamente pulibile e igienizzabile dall'impresa.





5



SICUREZZA

## 5.1 Perché parlare di sicurezza

Con il termine “sicurezza” (dal latino *sine cura*: senza preoccupazione) si indica la condizione in cui ci si sente esenti da pericoli o nella facoltà di prevenire, eliminare o rendere meno gravi rischi e danni di vario genere. In assenza di un incidente reale, però, il metro di misura per poterla rilevare, varia a seconda della percezione individuale.

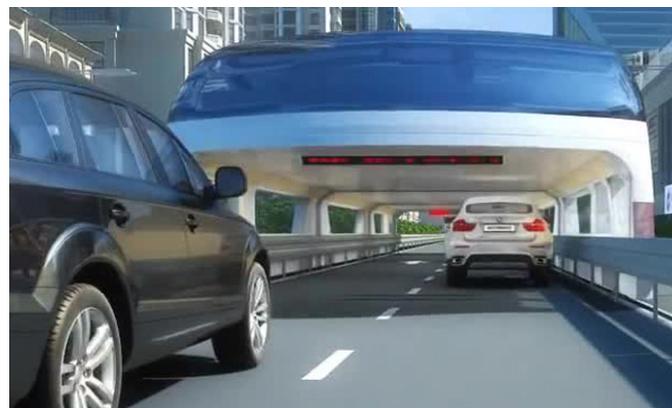
Nel campo del trasporto pubblico, tra i fattori più comuni ad influire su tale percezione si trovano elementi come l’aspetto e l’integrità del mezzo, l’affluenza di passeggeri e la fascia oraria in cui i mezzi sono utilizzati; eppure, come sarà analizzato nel presente capitolo, l’opinione circa la sicurezza del veicolo varia a seconda del genere, della fascia d’età e delle capacità fisico-motorie dell’utenza. Tuttavia, secondo diversi studi, il trasporto pubblico è molto più sicuro di quello privato e informare circa i suoi benefici dovrebbe essere prerogativa di ogni governo, al fine di incentivarne l’utilizzo, in quanto attore fondamentale nella sfida per la riduzione dell’esclusione sociale.

Anche a livello ambientale, il trasporto pubblico gioca un ruolo chiave: basti pensare alla riduzione della congestione stradale che si genererebbe se si ampliasse il target d’utenza, assieme al significativo calo di emissioni di CO<sub>2</sub> e di inquinamento acustico.

In Cina, patria dell’innovazione, gli studi da tempo già focalizzati sulla riduzione del traffico cittadino, hanno condotto alla progettazione del futuristico TEB (*Transit Elevated Bus*) (Figura 5.1), un trasporto pubblico che passa sopra le auto, viaggiando su binari installati ai lati della strada, in grado di trasportare circa 300 passeggeri alla volta.

D’altro canto, esiste ancora un ampio margine di miglioramento per aumentare l’attrattività del trasporto pubblico e la qualità del suo servizio.

Figura 5.1



TEB elettrico sopraelevato.

## 5.2 Fattori determinanti la qualità

Nella gerarchia dei determinanti di qualità del trasporto pubblico urbano proposta dalla Commissione Europea compaiono *security* e *safety*, due termini potenzialmente tradotti in italiano con la parola "sicurezza", ma che mantengono nella lingua anglosassone due sfumature di significato differenti: in linea di massima, la prima indica la protezione da minacce e attacchi di criminalità, mentre la seconda, più specificatamente, indica la protezione da rischi e incidenti fortuiti che possono pregiudicare l'incolumità o la salute.

Pertanto, nell'ambito trattato, la sicurezza è valutata secondo i seguenti aspetti:

1. **Sicurezza dal crimine:** presenza di personale/poliziotti; illuminazione; monitoraggio visibile; punti di aiuto identificati.
2. **Percezione di sicurezza:** cospicuità delle misure di sicurezza; relazioni con la stampa.
3. **Sicurezza dagli incidenti:** presenza/visibilità di supporti; assenza/visibilità dei pericoli; salvaguardia attiva da parte del personale.

A tale elenco avanzato dalla Commissione Europea nel 2005, è chiaro che, alla luce della presente situazione epidemiologica, sia fondamentale considerare un ulteriore punto riguardante la sicurezza da contagio da Covid-19.

### 5.2.1 Sicurezza dal crimine

Numerose indagini hanno identificato la paura del crimine e della sicurezza personale come uno dei principali fattori che inibiscono l'uso del trasporto pubblico, secondo solo all'affidabilità e all'accessibilità.

Un'indagine svolta in Italia tra ottobre e novembre 2018 sulla percezione dei cittadini circa la sicurezza nei confronti della criminalità, dimostra come questa sia in diminuzione: quasi la metà di coloro che hanno risposto all'inchiesta sostiene di sentirsi meno sicuro sui mezzi pubblici rispetto a cinque anni fa; solo 1 intervistato su

4 si sente sicuro durante il giorno e solo 1 su 6 di notte.

Analizzato il target degli intervistati, si afferma che gli utenti che si sentono meno al sicuro all'interno del mezzo sono per la maggioranza donne, più in generale adulti con più di 44 anni di età, abitanti del Centro o del Sud della penisola, e residenti in aree urbane.

Anche il fattore legato all'istruzione sembra incidere sull'insicurezza dei passeggeri: infatti, dal campione intervistato si evince che chi ha un basso livello di

istruzione si sente meno sicuro a bordo del TPL, parimenti a chi ha una situazione economica non agevole o chi è già stato vittima di un crimine. Un'analisi interessante se si considera che il tasso di criminalità, secondo i dati Istat, è invece in calo.

A crescere è perciò la paura, probabilmente consolidata da politiche xenofobe e ghezzanti che sfavoriscono l'abitudine di sentirsi a proprio agio in spazi condivisi e

## 5.2.2 Sicurezza dagli incidenti

Gli incidenti stradali in cui sono coinvolti mezzi di trasporto pubblico, sono solitamente percepiti in maggior numero rispetto a quanto mostrano i dati oggettivi; questo è da imputare sia al fatto che i singoli incidenti possono provocare molti infortuni dato il maggiore numero di passeggeri che un mezzo pubblico ha rispetto ad un'auto, sia perché si ha la sensazione che gli autisti di compagnie di trasporto pubblico abbiano una maggiore responsabilità nel rispettare il codice stradale rispetto a chiunque utilizzi la strada per proprio conto.

Nonostante queste ragioni, la valutazione del rischio di incidenti stradali e la sicurezza degli autobus sono temi poco analizzati in letteratura, proprio perché il trasporto pubblico è generalmente considerato più sicuro di altri veicoli a motore.

condividere gli spazi. In tal modo si giunge facilmente alla diminuzione della fruizione del servizio pubblico, oltre che ad un impoverimento sociale.

Di sicuro, fattori che facilitano gli atti criminali sono il sovraffollamento dei mezzi nei periodi di punta e la mancanza di supervisione da parte del personale, entrambi sono il risultato di limitazioni finanziarie che affliggono tutte le forme di trasporto pubblico.

Tra le poche indagini svolte, si è analizzata la raccolta di dati dell'ente svedese STRADA (*Swedish Traffic Accident Data Acquisition*) su infortuni e incidenti nel sistema di trasporto stradale, acquisiti dalla polizia e dell'assistenza sanitaria locale.

Ciò che emerge è che:

- I passeggeri più anziani hanno maggiore probabilità di subire infortuni rispetto a gruppi di età più giovane, e nello specifico le donne più degli uomini.
- La maggior parte delle lesioni subite a bordo del veicolo sono state causate da decelerazioni o accelerazioni improvvise dai passeggeri in piedi o appena alzatesi dal sedile.
- Quasi la metà dei feriti sono anziani oltre i 75 anni e molti di loro dotati di girelli da manovrare.

Secondo i rapporti, altri momenti a cui prestare attenzione sono l'imbarco e la discesa dal mezzo: la differenza di altezza tra autobus e marciapiede è descritta come un fattore determinante per tali incidenti, a cui si sommano le condizioni scivolose del pavimento in caso di neve o pioggia.

I passeggeri hanno inoltre affermato di essere spesso rimasti feriti dalle porte in fase di chiusura o cadendo perché spinti da altri passeggeri.

Per più della metà degli intervistati, gli incidenti potrebbero evitarsi se il conducente ponesse maggiore attenzione ai passeggeri, per esempio attendendo che tutti si siedano prima di ripartire, fermandosi in prossimità delle banchine oppure controllando che la salita e la discesa di tutti i passeggeri sia avvenuta correttamente prima di chiudere le porte.

D'altra parte, le cause di infortunio molto spesso possono essere attribuite alla mancata adempimento del passeggero alle norme di viaggio, spesso illustrate tramite pittogrammi all'interno dei veicoli.

Sarebbe perciò interessante lavorare sulla leggibilità e comprensibilità del codice di comportamento al fine di evitare infortuni di passeggeri sempre più distratti dagli smartphone e poco attenti a ciò che accade intorno.

Nel peggiore dei casi, poi, l'origine dei sinistri è da attribuire alla fragilità e inefficienza di sistemi di sostegno danneggiati e non sostituiti.

Stando agli studi medici e statici pubblicati da Elsevier nell'articolo "*Accident Analysis and Prevention*", sulla prevenzione degli incidenti all'interno degli autobus urbani, si spiega il modello dell'equilibrio base per l'uomo in piedi (*Figura 5.2*):

Si calcola considerando un individuo di larghezza  $2b$  e altezza  $H$ , su cui agiscono la Forza di gravità  $F_g$  e le forze di reazione puntiforme  $F_1$  e  $F_2$ , le quali, agiscono rispettivamente, sulla parte anteriore e posteriore delle scarpe. La condizione limite per l'equilibrio è tale per cui il coefficiente di attrito tra la scarpa ed il pavimento, sia uguale al rapporto  $b/h$ . Se il coefficiente di attrito è maggiore di  $b/h$ , il passeggero tende a cadere.

Per il 50° percentile dell'altezza maschile il rapporto  $b/h$  equivale a 0,2. Il coefficiente di attrito tra le scarpe (con suola in gomma) e il pavimento dell'autobus, è quasi sempre maggiore di:

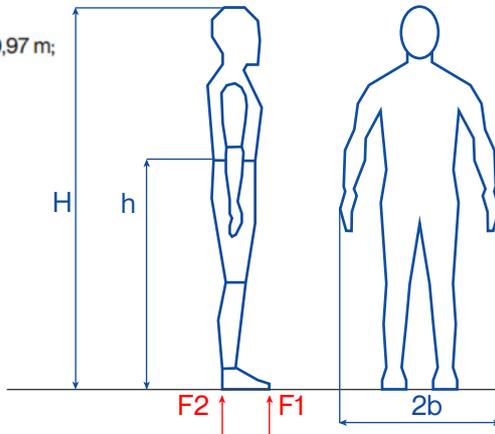
- 0,85  $\mu$  per pavimenti asciutti e puliti.
- 0,49  $\mu$  per pavimenti umidi e sporchi.

Quindi, la massima accelerazione che un passeggero in piedi "passivo" (il quale non attua un'azione correttiva) è in grado di sopportare, è di circa 0,2 per  $9,8 \text{ m/s}^2$ .

Figura 5.2

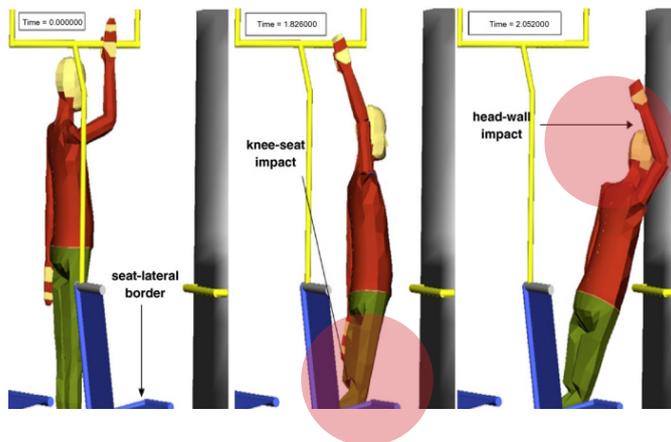
• Il 50° percentile dell'altezza maschile è di 1,74 m, per cui:

- $h$  (baricentro) = 0,97 m;
- $2b = 0,4$  m
- $b = 0,2$  m



Modello di base, considerato per l'equilibrio interno del mezzo

Figura 5.3

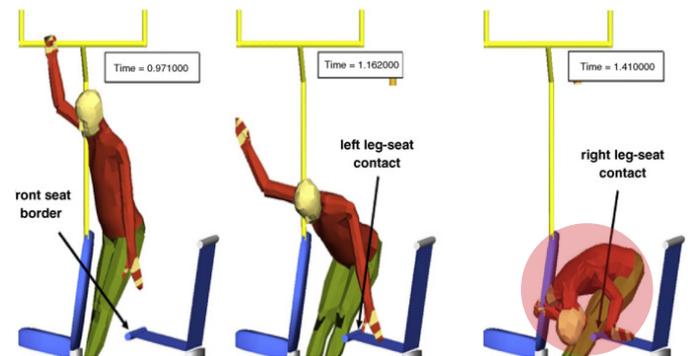


Simulazione 3D dell'impatto di un passeggero

Nel caso in cui il passeggero si mantenga ai sistemi di sostegno, il rischio di infortunio è minimizzato ma non annullato; di fatti, nel suddetto articolo, sono riportate le osservazioni circa il comportamento generico di un passeggero in caso di brusca frenata:

- A causa dell'inerzia, il passeggero si muove in avanti e la gamba impatta contro il bordo laterale del sedile, seguita dalla testa e dal braccio che entrano in contatto con la parete, come illustrato in *Figura 3*.
- Nella maggior parte dei casi di lesione aggravata, la gamba rimane incastrata tra il pavimento ed il bordo del sedile durante il processo di caduta, come mostrato nella *Figura 4*.

Figura 5.4



Simulazione 3D dell'impatto di un passeggero

Pertanto per ridurre la probabilità di subire lesioni all'interno degli autobus pubblici si potrebbero apportare le seguenti modifiche nell'ambito del design degli interni:

1. Implementare infografiche che scorraggino i passeggeri a stare in piedi nei corridoi, per prevenire il rischio di lesioni alle gambe generate dal contatto con i telai rigidi dei sedili.
2. Progettare aree dedicate per i passeggeri in piedi dotate di appigli verticali montati sul tetto e prevedere l'uso di zone imbottite.
3. Sostituire le maniglie orizzontali dei sedili in metallo con quelle verticali appese al tetto dell'autobus, abbastanza basse da essere raggiungibili da tutti.
4. Si dovrebbe considerare una minore rigidità della gomma usata per il pavimento per aumentare il coefficiente di attrito con la suola delle scarpe.

Un altro studio condotto dal Dipartimento di Fisiologia Biomedica dell'Università canadese Simon Fraser, analizza il mantenimento dell'equilibrio all'interno di autobus in movimento, di un passeggero in piedi che afferra un mancorrente.

Gli esperimenti svolti tramite la simulazione delle partenze dei veicoli, hanno avuto il fine di esaminare come lo sforzo biomeccanico, considerato come spostamento del Centro di Pressione (COP, Centre of Pressure), e

le attivazioni muscolari coinvolte nel mantenimento dell'equilibrio, siano influenzate da:

- Posizione del corrimano (in alto o all'altezza delle spalle).
- Direzione della perturbazione (avanti, indietro, a sinistra o a destra).
- Grandezza della perturbazione (1 o 2 m/s<sup>2</sup>).

I risultati indicano che, quando ci si rivolge in avanti o indietro rispetto alla direzione del movimento del veicolo, la presa dall'alto minimizza la forza della mano, mentre la presa all'altezza delle spalle minimizza lo spostamento del COP: Pertanto in tal caso è preferibile mantenersi ai mancorrenti ad un'altezza spalla.

Gli esperimenti hanno anche dimostrato che afferrando il mancorrente in una posizione laterale al movimento del veicolo, si eliminano gli effetti generati dalla posizione del corrimano, e quindi che la riduzione della forza della mano e l'aumento dello sforzo biomeccanico, non si verificano in alcun caso, durante delle perturbazioni laterali.

Questo suggerisce che, almeno durante la partenza, la strategia più efficace per evitare di perdere l'equilibrio, sia stare di lato alla direzione del movimento del veicolo, così da potersi mantenere sia a maniglie poste al di sopra della testa, che ai mancorrenti verticali.

## 5.2.3 Sicurezza dal contagio

L'affollamento dei mezzi pubblici risulta essere, a distanza di un anno dallo scoppio della pandemia mondiale, una situazione ingestibile.

Seppure la capienza massima all'interno dei veicoli sia stata abbassata riuscire a rispettare il distanziamento sociale nel trasporto pubblico sembra in molti casi impossibile. Questa è una problematica esistente sia nei comuni più piccoli, in cui il trasporto pubblico è gestito da compagnie minori e con una disponibilità minore di mezzi, sia nelle città metropolitane, in cui il flusso di passeggeri è indubbiamente maggiore.

Eppure, secondo i dati del *Robert Koch Institute* tedesco, una piccolissima parte dei focolai tedeschi sembra essere collegata ai mezzi di trasporto.

La difficoltà nell'assegnare un grado di infettività a tali ambienti è dovuta al fatto che sono luoghi di esposizione mista e utilizzati per brevi intervalli di tempo, pertanto se è vero che i bollettini epidemiologici europei non assegnano una responsabilità significativa ai mezzi di trasporto, è anche vero che si tratta di un ambito molto difficile da monitorare.

Stando ad un'ulteriore analisi pubblicata sul *British Medical Journal* a fine agosto 2020, sembra che il rischio

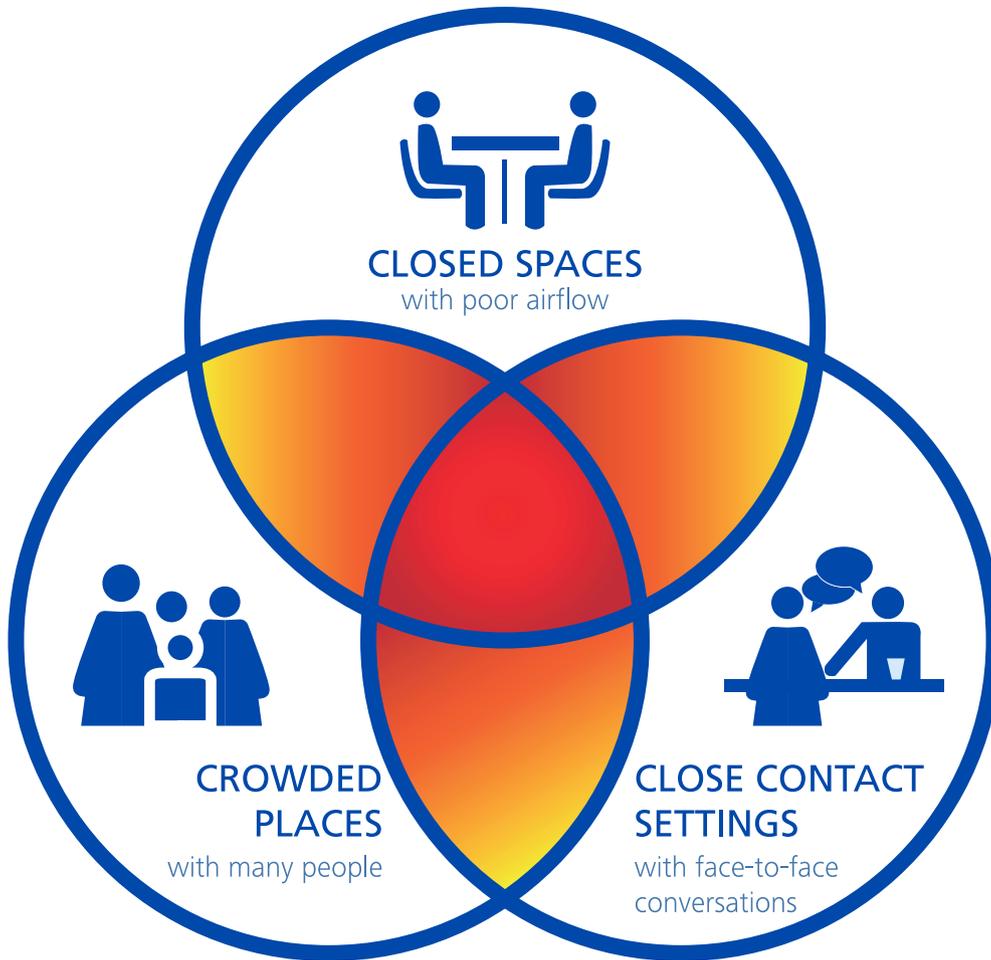
di infettarsi da un asintomatico in un luogo chiuso, ben ventilato, occupato da molte persone in silenzio e munite di mascherina, sia basso. Il rischio aumenta se l'aerazione è deficitaria o se si è a stretto contatto per lungo tempo con qualcuno che parla ad alta voce; è ancora da capire quanto invece il Covid-19 possa trasmettersi anche via aerosol, ossia attraverso minuscole goccioline che rimangono sospese nell'aria (da non confondersi con il contagio attraverso goccioline più grandi, i cosiddetti *droplets*, su cui la comunità scientifica è concorde).

Tuttavia, ricerche passate relative ad altri virus respiratori come quelli influenzali, hanno comunque mostrato che il trasporto pubblico è uno dei luoghi in cui il contagio trova terreno fertile in assenza di precauzioni individuali.

La tendenza generale è che se si rispettano le regole basilari, come l'utilizzo della mascherina, il distanziamento, e la preferenza di corte percorrenze ove possibile, si può viaggiare serenamente all'interno dei mezzi pubblici.

A tal proposito è sempre utile ricordare, per viaggiare sicuri, lo slogan del governo giapponese "*Avoid the 3 Cs: closed spaces, crowds and close-contact settings*" ovvero "Evitare le 3 c: spazi chiusi, folle e situazioni di stretto contatto". (Figura 5.5)

Figura 5.5



*Avvertenze da rispettare per ridurre il rischio di contagio.*

## 5.3 Normative relative la sicurezza

Tutti i veicoli destinati al trasporto pubblico urbano, per essere omologati alla circolazione come tali, devono seguire le norme di legge e i regolamenti italiani ed europei in vigore.

Queste prevedono, in merito alla sicurezza all'interno del

mezzo, la presenza di uscite di emergenza, un estintore antincendio, una cassetta di pronto soccorso, pulsanti di emergenza, giubbotti retroriflettenti e protezioni specifiche per passeggeri in carrozzella.

### 5.3.1 Il rischio incendio

Nel presente sottocapitolo si descrivono le misure essenziali da adottare per prevenire gli incendi all'interno dei veicoli per il trasporto pubblico, reperite in letteratura.

Innanzitutto, la "prevenzione antincendio" comprende l'insieme delle misure dirette ad evitare che l'incendio possa insorgere, e che agiscono sulla diminuzione della "frequenza" e della "magnitudo". La frequenza è la probabilità che l'incendio si verifichi in un determinato intervallo di tempo; la magnitudo è l'entità dei possibili danni conseguenti al verificarsi dell'evento.

La prevenzione, in generale, agisce mettendo in atto misure dirette ad evitare l'insorgenza dell'incendio attraverso:

- Impianti a norma.
- Formazione del personale manutentivo sul comportamento da tenere per evitare l'incendio.
- Opportuni sistemi di manutenzione e controllo.
- Limitazione del carico d'incendio.
- Rispetto delle direttive e delle condizioni d'esercizio.

Riconosciuto che non può essere assicurata l'eliminazione della probabilità che un incendio si verifichi, si fa ricorso alle misure atte a limitare le conseguenze dannose dell'evento, le quali sono generalmente distinte in misure di protezione attiva e misure di protezione passiva.

Con protezione attiva si indicano tutte quelle misure con cui ridurre ai minimi termini i danni prodotti dagli incendi, grazie all'estinzione rapida nella prima fase del loro sviluppo.

Nel caso di un veicolo, questo si raggiunge attraverso:

- Opportuna ubicazione di sistemi portatili di estinzione.
- Sistemi antincendio a funzionamento automatico.
- Sistemi di allarme di rilevazione e segnalazione automatica d'incendio.
- Sistemi di illuminazione di sicurezza.
- Formazione e addestramento del personale addetto.
- Idonea e mirata istruzione dei manutentori e dei conducenti.

La segnaletica di sicurezza deve essere considerata in relazione ai rischi presenti nell'ambiente e nel rispetto della normativa vigente. Nel caso degli autobus la normativa *Cuna* prevede che i veicoli siano dotati del comando centrale di emergenza, grazie al quale tempestivamente si ha:

- Arresto repentino del motore.
- Attivazione dello staccabatteria.
- Accensione luci di emergenza all'esterno del mezzo e all'interno del vano passeggeri, al fine di segnalare le vie di uscita.

La protezione passiva persegue lo scopo di contenere, entro i limiti riferibili ad una soglia di intensità, gli incendi

## 5.3.2 La normativa sui materiali

Le normative concernenti la reazione al fuoco dei materiali attualmente in vigore in Italia, adottate dal Ministero dei Trasporti, sono le Norme UNI-ISO 3795 e 95/28/CE e il Regolamento UNECE R 118.

La metodologia della Norma UNI-ISO 3795, come la direttiva 95/28/CE, prevede le seguenti prove di infiammabilità dei materiali:

- Determinazione della velocità di combustione orizzontale, che non deve superare il valore di 100 mm/min.

e di evitare o limitare gli effetti nocivi dei prodotti della combustione.

Questi fini possono essere perseguiti attraverso:

- Barriere antincendio.
- Compartimentazione vano motore rispetto all'abitacolo.
- Diaframmi tagliafuoco e schermi.
- Strutture aventi caratteristiche di resistenza al fuoco commisurate ai carichi d'incendio.
- Materiali classificati per la reazione al fuoco.
- Sistema di vie d'uscita commisurate al massimo affollamento ipotizzabile per l'abitacolo, in base al numero dei passeggeri previsto.

- Determinazione del comportamento alla fusione, per cui non devono formarsi gocce che infiammino il cotone grezzo.
- Determinazione della velocità di combustione verticale, che non deve superare il valore di 100 mm/min.
- Assenza di componenti tossici (amianto, policlorobifenili, clorofluorocarburi, sostanze perfluorurate, ecc.)

In generale, ciò che si evince in letteratura è che è preferibile utilizzare materiali come:

1. Acciaio inox per la struttura portante della carrozzeria, rivestimenti delle fiancate, del frontale, del retro e di tutti gli sportelli; nel caso non venga utilizzato l'acciaio inox, dovrà essere prevista una protezione contro l'ossidazione chimica e la corrosione elettrochimica.
2. Materiale plastico senza tessuto per i posti a sedere.
3. Pannelli di legno in multistrato marino ad alta resistenza meccanica, sottoposti a trattamento ignifugo, idrorepellente e antimuffa, di spessore non inferiore a 15 mm con rivestimento antisdrucchio per il pavimento nel vano passeggeri.

### 5.3.3 Normative contenitive Anti-Covid-19

In base all'Articolo 93 del Decreto Legge n.18 del 17 marzo 2020, con la circolare 10830 del 14 aprile 2020 e la successiva circolare 14724 del 26 maggio 2020 sono state disciplinate le prescrizioni tecniche relative all'installazione di pannelli divisori interni, su veicoli di varie categorie, includendo in particolare anche autobus e pullman.

L'omologazione secondo UNECE-R118/03 di paratie divisorie e qualsiasi componente interno per utilizzo nell'abitacolo di veicoli è in generale obbligatoria, e dovrà essere accompagnata dalla relativa marcatura di omologazione.





6



6. CASI  
STUDIO:  
SOLUZIONI  
ALTERNATIVE E  
NUOVI CONCEPT

## 6.1 Casi studio autobus, tram e treni

### **Arrival**



Autore: Arrival

Anno: 2020

Luogo: Londra

Nel 2020 la startup britannica, ha progettato un autobus elettrico, pensato per un trasporto più sicuro dopo la recente pandemia. L'Arrival Bus presenta all'interno dei sedili removibili che oltre a facilitare il distanziamento, consentono agli operatori, una volta arrivato in deposito, di poter modificare la configurazione, questo fa sì che si possano aumentare o diminuire i posti a sedere in base alla domanda o alle direttive del governo circa i livelli di capacità, inoltre l'assenza di cinture e la presenza di sedili

a sbalzo permettono una maggiore e più agevole pulizia. L'interno è illuminato naturalmente grazie alla presenza di un tetto panoramico e di ampie finestre, in aggiunta l'autobus è dotato di display informativi sia all'interno che all'esterno, da cui si possono avere informazioni sulla disponibilità dei posti e sul traffico del percorso, ai quali i passeggeri possono accedere anche tramite il proprio smartphone.

## **Tram Passerella**



Autore: Arturo Tedeschi

Anno: 2020

Luogo: Milano

Arturo Tedeschi, architetto italiano, è l'autore di Passerella, una nuova versione di trasporto pubblico pensata per la città di Milano in grado di fronteggiare le nuove esigenze emerse durante la pandemia. Si tratta di una rivisitazione in chiave moderna del classico tram ATM Classe 1500, l'interno è concepito come una vera e propria passerella di moda con un corridoio aperto con file di sedili allineati su ogni lato e separati ognuno da pannelli in plexiglass, la pavimentazione del corridoio è caratterizzata da cerchi

che fungono sia da motivo grafico che da promemoria per mantenere il metro di distanza. La combinazione dei colori giallo e nero è ripresa anche all'esterno del tram ad esempio nel tetto definito da strisce visibili dai balconi della città che non solo riprendono il design interno ma fanno riferimento anche al movimento futurista italiano rimandando quindi all'idea di velocità e progresso tecnologico.

## ***Train interior***



Autore: Jun Yasumoto

Anno: 2001

Luogo: Parigi

Train Interior è un progetto realizzato dal designer Jun Yasumoto. Si tratta di un sistema modulare di sedili ribaltabili larghi 12 cm pensato per treni suburbani. La configurazione dei sedili consente una grande varietà di

usi e posture, in quanto possono essere utilizzati come braccioli, come supporto o semplicemente come seduta a seconda di quanto sia affollato o meno il mezzo.

## **Priestmangoode**



Autore: Priestmangoode

Anno: 2020

Luogo: Londra

Priestmangoode, azienda leader nella progettazione di trasporti, ha creato una nuova soluzione per gli interni ferroviari grazie allo sviluppo di un design flessibile in grado di sfruttare al meglio lo spazio per garantire il distanziamento sociale. L'azienda ha riadattato un sedile progettato precedentemente, noto come *Island bay*, il

cui design consente non solo di mantenere la distanza ma anche di posizionare comodamente la propria bici. La configurazione dell'intero vagone è pensata per soddisfare le esigenze di più passeggeri questo grazie alla presenza di supporti nel corridoio con schienali imbottiti e di porte USB su ogni sedile.

## **CRRC – Shanghai Shuttle Airport**



Autore: Diaradesign

Anno: N/a

Luogo: N/a

Le caratteristica principali di questo progetto sono l'illuminazione e l'intensità del colore che si adattano

naturalmente alla luce del giorno migliorando così lo stato d'animo dei passeggeri.

## **NS Vision**



Autore: Mecanoo  
Anno: 2017 - 2018  
Luogo: Olanda

Allestimento interno del treno flessibile e modulare che consente un'ampia varietà di configurazioni e facilita le diverse attività dei passeggeri. Sistema flessibile a dodici

moduli, è possibile creare una combinazione adatta per ogni tipo di treno ed esigenza.

## **Connect me**



Autore: Maynard

Anno: 2015

Luogo: Londra

Si tratta di un concept pensato per l'interno di un treno, l'obiettivo è quello di creare una struttura flessibile e in grado di adattarsi nel tempo. L'interno è caratterizzato da sedili ribaltabili che consentono così, in caso di affollamento, un ingresso e un'uscita più rapidi, inoltre grazie all'app "connect me" il passeggero ha la possibilità

di selezionare le preferenze di viaggio come lo spazio adibito per i bagagli e il deposito per le biciclette, in questo modo l'utente ha una maggiore comprensione del servizio e un percorso specifico da seguire all'interno del mezzo.

## **Bombardier Flexity 2 LRV**



Autore: Mark Matthews-Frederick

Anno: 2012

Luogo: Australia

Flexity 2 è un progetto pensato per un nuovo sistema di metropolitana leggera sulla Gold coast. La configurazione interna tiene conto del clima e delle caratteristiche peculiari di questa regione infatti i componenti possiedono un'alta resistenza meccanica

e ad agenti atmosferici. Un'altra personalizzazione del veicolo è costituita dallo spazio interno dedicato allo stoccaggio della propria tavola da surf e un pavimento totalmente ribassato che consente l'usabilità del mezzo anche da parte di persone disabili.

## 6.2 Casi studio componenti

### OPLA



Autore: Fatemeh Bateni, DongHa Lee, Meng Yuan, Anthony Mcnea

Anno: N/a

Luogo: N/a

Opla è una seduta inclinata progettata per dare un maggior comfort ed una maggiore efficienza nei mezzi di trasporto pubblico. La struttura è caratterizzata da un poggiatesta e da un sedile in silicone sovrastampato

inoltre è dotato di un sistema di controllo che permette di regolare l'altezza della seduta in base all'altezza dell'utente.

## Metamorphosis



Autore: Tangerine

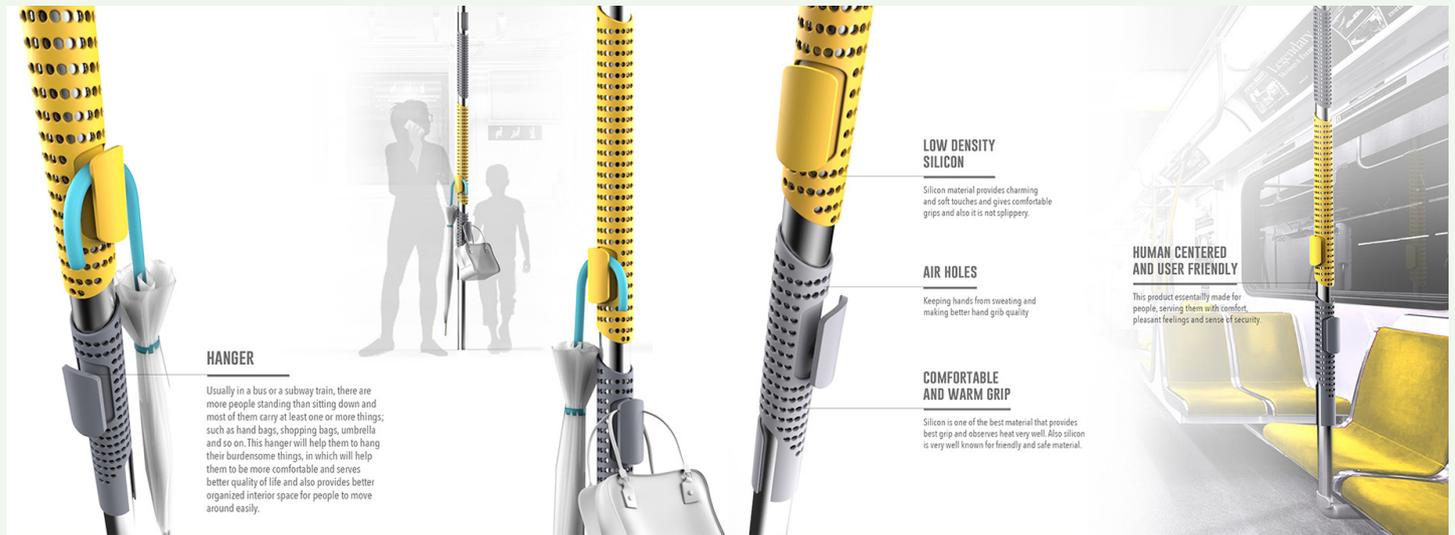
Anno: 2020

Luogo: Londra

“Metamorphosis” è una nuova visione di metropolitana progettata per far fronte a possibili future pandemie, permettendo agli operatori di adattare prontamente l’interno del mezzo e ridurre il rischio di contagio. L’interno è caratterizzato da pannelli scorrevoli che permettono di suddividere lo spazio in zone più piccole come delle vere e proprie “bolle di viaggio”, i sedili reclinabili consentono il distanziamento e la possibilità di scegliere se rimanere

in piedi o sedersi inoltre è presente un sistema di filtraggio dell’aria localizzato con filtro *Hepa* che fornisce un costante ricambio d’aria. L’illuminazione attorno le porte simile ad un semaforo fornisce informazioni circa il numero dei passeggeri e consente di salire e scendere dal mezzo in modo sicuro evitando l’assembramento di persone.

## Latch



Autore: Steve SH Kim

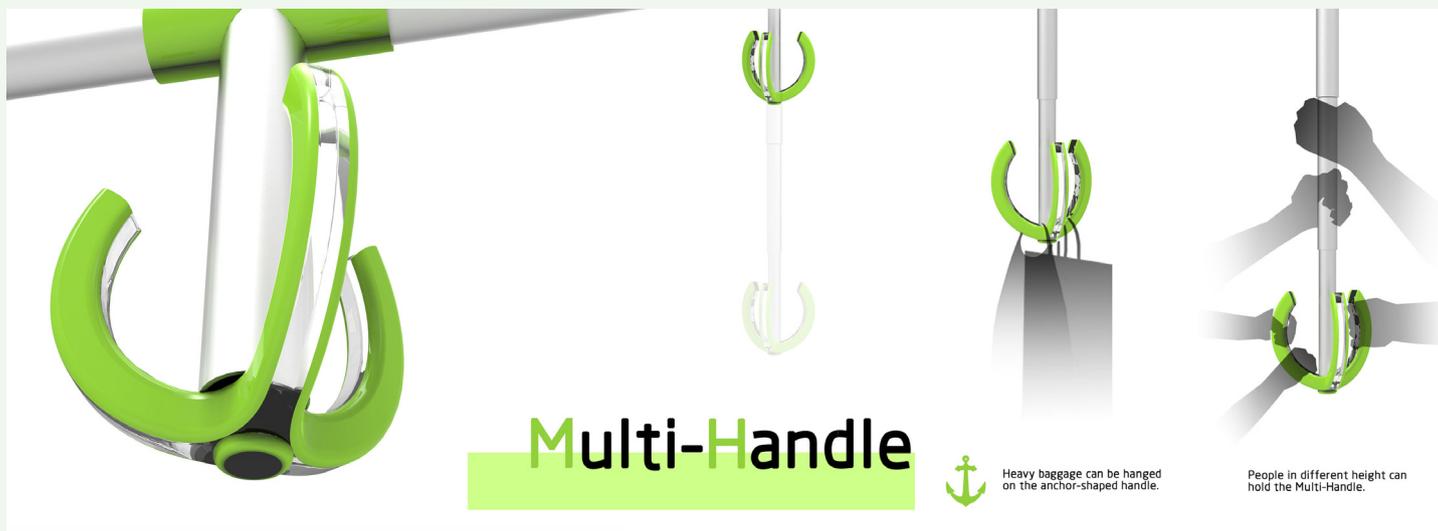
Anno: 2016

Luogo: N/a

Latch è una guaina in silicone adattabile ai mancorrenti in metallo dei mezzi di trasporto pubblico. Il silicone oltre ad essere isolante e piacevole al tatto migliora la

presa creando maggiore grip, inoltre Latch è dotato di un gancio per poter appendere borse, ombrelli o altri accessori.

## Multi Handle



Autore: N/a

Anno: N/a

Luogo: N/a

Multi-Handle è una maniglia regolabile la cui forma si ispira a quella di un'ancora, oltre ad essere un elemento che agevola la presa per persone di differenti altezze,

può essere utilizzata anche come punto d'appoggio per appendere i propri accessori.

## 6.3 Nuovi concept per il distanziamento sociale

### ***L'applicazione per il distanziamento sociale nel Regno Unito***

Con la volontà di adattare i mezzi di trasporto pubblico alle restrizioni imposte dal governo in termini di distanziamento sociale e quindi conseguentemente relative alla capienza massima, è stata progettata un'app che ottimizza il numero e la disposizione dei posti a sedere delle persone in modo tale da consentire di utilizzare il mezzo in tutta tranquillità e sicurezza.

L'app permette ad un'azienda di trasporto pubblico di stabilire una strategia affinché si possa ottenere all'interno del mezzo una spaziatatura ottimale prevedendo possibili scenari di distanziamento sociale includendo anche la possibilità di utilizzare pannelli in plastica per ottenere

un maggiore isolamento.

L'applicazione funziona grazie ad un algoritmo che inserisce, dal retro del treno, il primo passeggero nel primo posto disponibile, a questo punto il sistema crea una specie di bolla attorno l'utente in modo da garantire la distanza e i posti all'interno di questa non possono essere utilizzati da altri passeggeri, vengono pertanto scartati e il passeggero seguente viene collocato nel successivo posto disponibile. Questo processo viene ripetuto finché tutti i posti non sono stati riempiti o designati come vuoti.

## **Physx**

Si tratta di un'installazione progettata dall'architetto Cosimo Scotucci pensata per la città di Rotterdam come soluzione per poter frequentare gli spazi aperti e pubblici in totale sicurezza soprattutto in situazioni critiche come l'attuale pandemia.

Physx è costituita da una fibra elastica rialzata di circa 50 cm da terra che, una volta calpestata, assorbe l'energia e crea intorno alla persona in questione una zona colorata di diversa intensità larga un metro e mezzo, definendo così la distanza da mantenere durante l'interazione

con gli altri. Quando le persone si avvicinano tra loro le aree personali iniziano a mescolarsi dimostrando che le misure di sicurezza non vengono rispettate e grazie ai diversi colori delle fibre è possibile capire anche il livello di pericolo quando si trovano una di fronte all'altra.

L'architetto per progettare questa membrana si è ispirato alla rete spazio-temporale in cui un corpo piega quest'ultima creando intorno a sé un'area di interesse dipendente dalla massa e dalla gravità che genera.



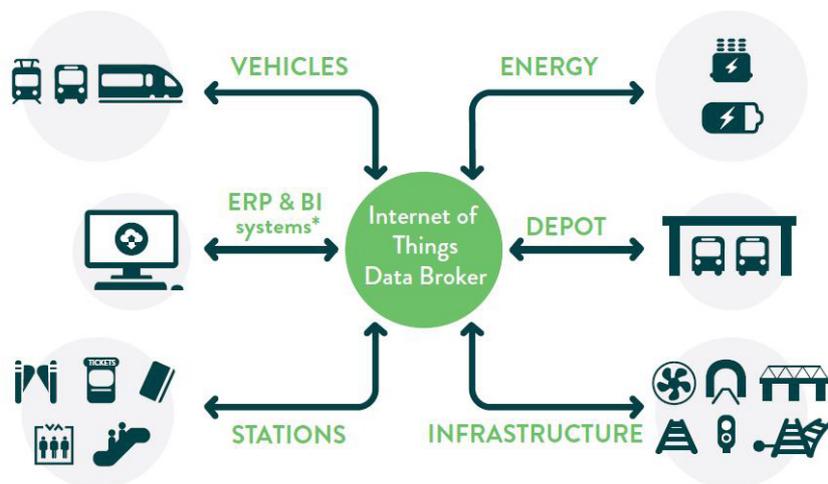
## “L’Internet Of Things”

Il Covid-19 ha rappresentato la vera *disruption* di cui il servizio di trasporto pubblico aveva bisogno: la maggior parte delle aziende ha incrementato in modo significativo i propri investimenti in apparecchiature, tecnologie e applicazioni digitali facendo diventare queste ultime l’unica fonte di sopravvivenza.

A Copenaghen, i regolamenti COVID-19 hanno limitato il numero di passeggeri ammessi sugli autobus, infatti a partire dal 29 giugno 2020 è possibile utilizzare tutti i posti a sedere ma i posti in piedi saranno dimezzati questo significa che mentre il numero consentito di passeggeri in un normale autobus era di 70 - 80, adesso

può arrivare a un massimo di 50 - 60 persone.

L’autorità dei trasporti pubblici della Danimarca orientale, *Movia*, vuole verificare se gli smartphone possono essere utilizzati per capire se gli autobus sono occupati o meno in questo senso i sensori IoT inseriti all’interno del mezzo conterranno la quantità di telefoni cellulari grazie al segnale Internet. Questo numero verrà utilizzato per determinare se l’autobus è pieno o meno e l’informazione verrà trasmessa ai passeggeri in attesa alle fermate dell’autobus, nel caso in cui l’autobus sia pieno l’autista non preleverà nuovi passeggeri.





7





UTENTE

Nei precedenti capitoli è stata riportata l'analisi svolta sullo Stato dell'Arte del mezzo pubblico urbano, affrontata tramite l'individuazione di tre aspetti cardine per il contesto di riferimento: il Comfort, l'Igiene e la Sicurezza. Il risultato di questa prima fase di ricerca, improntata più sul prodotto, ha così lasciato emergere i vincoli progettuali, espressi dalle normative vigenti, e i molteplici punti deboli che attualmente caratterizzano gli allestimenti interni dei mezzi di trasporto pubblico urbano.

Queste informazioni, seppur indispensabili, non sono però, secondo quanto racconta la storia del progresso tecnologico, sufficienti a porre delle basi solide su cui sviluppare e concretizzare un'idea progettuale vincente. Entrando nel merito, infatti, il successo di un prodotto/servizio è dettato dall'approvazione dei consumatori,

## 7.1 Personas

Le personas, nel mondo della comunicazione e del marketing odierno e passato, altro non sono che l'identikit di soggetti ideali che attraverso una descrizione dettagliata circa informazioni su dati socio-demografici, economici e interessi, consentono l'identificazione di potenziali utenti base cui potersi rivolgere rispetto ad un nuovo prodotto/servizio. Sebbene nel caso dei mezzi di trasporto pubblico questo processo di selezione rigorosa potrebbe sembrare limitante, in virtù di un

sentimento che si manifesta tramite processi di acquisto e utilizzo.

Allo stesso tempo, poiché una scelta di acquisto non è mai esclusivamente razionale ma influenzata dal cosiddetto "fenomeno percettivo", che inconsciamente e tacitamente veicola la scelta dell'utente, a favore di un prodotto o di un altro, in relazione a una sua personale gerarchia di esigenze "inespresse", il passo successivo da compiere è quello di avviare una ricerca di mercato utile all'individuazione delle possibili categorie di utenza e alla classificazione dei bisogni di ciascuna. Tre le tecniche che, nell'ambito di questa indagine, si è deciso quindi di sfruttare: definizione delle personas, somministrazione di questionari e analisi dei dati secondo il metodo della Best and Worst Scaling.

elevata "promiscuità" che si riscontra tra gli utenti attuali, individuare, per grandi linee, delle macro categorie cui fare riferimento favorisce una presa di coscienza e comprensione circa i bisogni che distintamente appartengono ai consumatori e pone, in questo senso, anche le basi per un efficace dialogo tra le parti.

Differenziando a monte la categoria degli utenti fragili e non, di seguito vengono proposti sette profili fittizi con cui si è proposto di coprire la popolazione generale.



### Marta, 37 anni

Alla sua prima gravidanza e non automunita, cerca postazioni ugualmente comode e accessibili lungo tutto il mezzo di cui usufruire durante i suoi spostamenti.

Fermate: dalle 3 alle 15  
Durata: fino a 35 minuti  
Fasce orarie: dalle 10:00 alle 13:00 e dalle 16:00 alle 18:00

### Luca, 35 anni

Padre single, alla ricerca di un ambiente spazioso e salubre durante i brevi spostamenti con il figlio di pochi mesi.

Fermate: dalle 5 alle 9  
Durata: dai 10 ai 25 minuti  
Fasce orarie: dalle 10:30 alle 12:00



### Marco, 62 anni

Costretto a un uso temporaneo delle stampelle, durante i suoi spostamenti a scopi personali, ricerca postazioni accessibili e "isolate" per evitare urti involontari con gli altri utenti.

Fermate: dalle 7 alle 10  
Durata: dai 20 ai 30 minuti  
Fasce orarie: dalle 16:30 alle 18:30

### Alessio, 19 anni

Paraplegico dalla nascita ma molto attivo socialmente, si sposta sempre con il suo cane guida, per questo alla ricerca di sicurezza e spaziosità per entrambi.

Fermate: dalle 2 alle 7  
Durata: fino a 20 minuti  
Fasce orarie: dalle 12:30 alle 17:00



### Clara, 73 anni

Recandosi al mercato per fare la spesa, torna a casa con ingombranti buste per via delle quali cerca un punto di appoggio e postazioni facili da raggiungere.

Fermate: dalle 3 alle 10  
Durata: dai 15 ai 25 minuti  
Fasce orarie: dalle 10:00 alle 12:00

### Franco, 81 anni

Per il rientro a casa dalle sue passeggiate mattutine e pomeridiane, usa talvolta i mezzi sebbene a causa di limitazioni motorie preferisca sostare in piedi.

Fermate: dalle 2 alle 6  
Durata: dai 5 ai 15 minuti  
Fasce orarie: dalle 9:30 alle 11:00 e dalle 16:00 alle 17:30





### Davide, 17 anni

Studente liceale, vive giornalmente l'affollamento tipico degli orari di punta, cerca una postazione di appoggio stabile dove l'ingombro dello zaino non rechi fastidi.

Fermate: dalle 4 alle 25  
Durata: tra i 10 e i 60 minuti  
Fasce orarie: dalle 6:45 alle 8:30 e  
dalle 14:00 alle 17:30

### Giulia, 29 anni

Impiegata, sebbene scelga i mezzi per motivi ambientali ed economici, le scarse condizioni igieniche la spingono a valutare l'uso di soluzioni alternative.

Fermate: dalle 5 alle 12  
Durata: tra i 15 e i 30 minuti  
Fasce orarie: dalle 7:00 alle 9:00 e  
dalle 17:00 alle 19:00



### Cristina, 45 anni

Ama fare attività fisica ma per spostarsi da casa al parco o alla palestra preferisce usare i mezzi. Per ragioni di praticità viaggia senza nulla e preferisce non sedersi.

Fermate: dalle 2 alle 5  
Durata: fino a 15 minuti  
Fasce orarie: dalle 17:30 alle 18:00 e  
dalle 19:30 alle 20:00

### Emma ,8 anni e Luna ,13 anni

Accompagnate da un adulto o meno, la presenza di un appiglio sicuro durante la ricerca del posto è per loro indispensabile per non cadere.

Fermate: dalle 3 alle 7  
Durata: fino a 20 minuti  
Fasce orarie: dalle 7:30 alle 8:30 e  
dalle 15:30 alle 16:30



### Leonardo, 30 anni

Instancabile viaggiatore, usa da sempre i mezzi per spostarsi da un aeroporto all'altro e per questo cerca postazioni pratiche e funzionali per i suoi bagagli ingombranti.

Fermate: dalle 4 alle 8  
Durata: fino a 30 minuti  
Fasce orarie: dalle 5:30 alle 7:00 e  
dalle 13:00 alle 14:00

## 7.2 Questionario sulle abitudini legate all'utilizzo dei mezzi pubblici urbani

Successivamente, con l'obiettivo di conoscere e comprendere più approfonditamente i bisogni di ciascuna delle categorie di consumatori individuate si è proceduto con l'elaborazione di un questionario relativo alle abitudini degli utenti del Trasporto Pubblico Urbano, che è stato somministrato ad un campione di 150 intervistati, appartenenti ad una fascia d'età compresa tra i 15 e i 70 anni.

L'obiettivo proposto con tale strumento di ricerca sociale, è stato quello di individuare come la percezione del mezzo pubblico urbano sia variata in questo ultimo anno successivo allo scoppio della Pandemia da COVID-19, e quali siano gli elementi del mezzo, percepiti in modo peggiore, su cui poter intervenire a livello progettuale

per incrementare il comfort dei passeggeri, e aumentare la fruizione del servizio pubblico.

Tale questionario è stato articolato in 27 domande suddivise in 5 sezioni:

la prima, come di consueto, relativa ai dati anagrafici degli intervistati; la seconda, inerente le abitudini generiche legate agli spostamenti effettuati tramite TPL; le restanti tre, invece, sono state focalizzate sulle preferenze, le percezioni e le abitudini di viaggio degli utenti, in relazione al periodo Pre-pandemico, Pandemico e Post-pandemico.

In questo sottocapitolo saranno riportati e analizzati i risultati ottenuti dai rispondenti al questionario.

### 7.2.1 Dati Anagrafici

Le domande presenti nella prima sezione del questionario hanno la funzione di identificare l'utenza del mezzo pubblico urbano.

La tipologia di utenti intervistati è per la maggior parte di età giovane, compresa per il 63% tra i 15 e i 25 anni, ed il 17% tra i 26 e i 35 anni. I rispondenti al questionario di età adulta sono stati per il 6% tra i 36 e i 45 anni, 6% tra 46 e 55 anni e solo il 4% tra i 56 e i 65 anni, stessa percentuale dei rispondenti di età superiore ai 66 anni.

*(Grafico 7.1)*

Gli intervistati sono stati per il 58% donne e per il 41% uomini e solo l'1% ha preferito non specificare il proprio genere. *(Grafico 7.2)*

L'ultima domanda appartenente alla sezione Anagrafica del questionario, chiede agli intervistati di indicare, qualora siano utenti a mobilità ridotta, a quale categoria appartengono. I rispondenti a tale domanda sono stati circa il 9% del campione totale, di cui per il 36% Anziani,

36% Disabili a mobilità ridotta temporanea, 21% Disabili a mobilità ridotta permanente, e il 7% Donne in gravidanza. (Grafico 7.3)

Con tale domanda si intende individuare quanto sia alta la percentuale di utenti vulnerabili, e con la richiesta di specificare la categoria di appartenenza, si intende mettere in luce i bisogni specifici di un'utenza differenziata.

Grafico 7.1

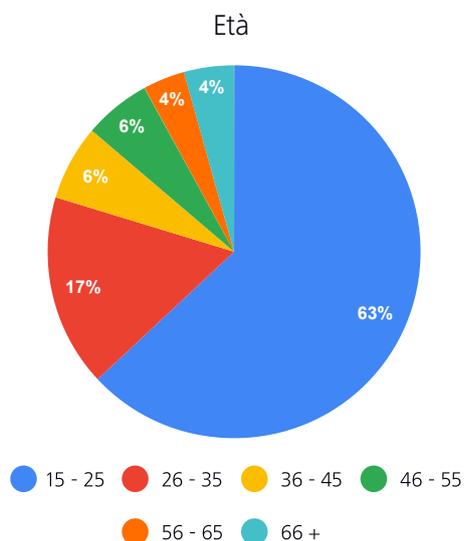


Grafico 7.2

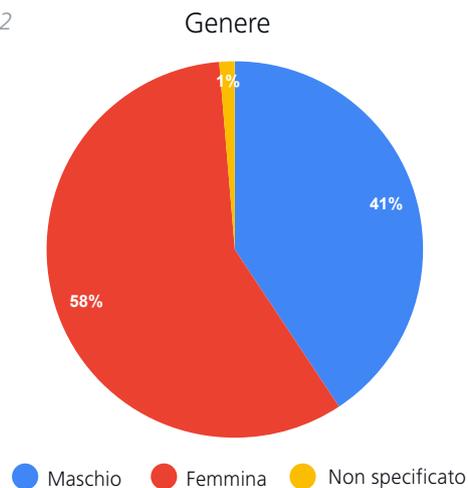
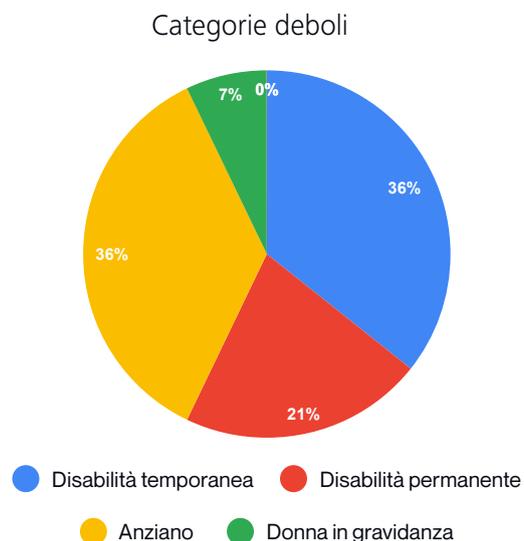


Grafico 7.3



## 7.2.2 Abitudini di viaggio

La seconda sezione del questionario fa riferimento alle abitudini di viaggio degli utenti, dettate dalle personali necessità degli intervistati.

Dai grafici si evince che la maggior parte degli intervistati utilizza i mezzi pubblici urbani al mattino, nella fascia oraria compresa tra le 7 e le 9 (37%) e tra le 9 e le 12 (16%), fascia oraria risaputamente "di punta", in quanto corrispondente all'inizio delle attività sia scolastiche che lavorative. La fascia oraria compresa tra le 12.30 e le 14.30 (10%), assieme a quella serale dalle 19.00 (9%) in poi, presentano invece una bassa affluenza di passeggeri, risultando orari "di morbida", mentre si ha un ulteriore incremento di passeggeri nel pomeriggio, tra le 14.30 e le 17.00 (14%) e le 17.00 e le 19.00 (14%). (*Grafico 7.4*)

Da tali dati si comprende che il campione intervistato, per lo più compreso in una fascia d'età che va dai 15 ai 35 anni, utilizza i mezzi pubblici urbani per recarsi presso la propria scuola/università o posto di lavoro, e per ritornare presso la propria abitazione. Si tratta pertanto

di utenza giovane, quasi sicuramente priva di un mezzo privato.

Il tempo di permanenza all'interno del mezzo è per il 17% di circa 15 minuti, ma superiore per la maggior parte degli intervistati: esso è di circa mezz'ora per il 46%, fino ai 45 minuti per il 20%, di circa un'ora per il 10%, e oltre un'ora per il 7%. (*Grafico 7.5*)

Il mezzo pubblico urbano è, quindi, frequentato nell'arco della giornata, da un utente usuale, circa un'ora al giorno, se si considerano il viaggio di andata e quello di ritorno. Risulta, pertanto, fondamentale progettare un ambiente il più possibile confortevole per l'utente medio, in modo tale rendere positiva la sua esperienza quotidiana di viaggio.

Rispettivamente al numero di cambi di mezzo di trasporto effettuati per raggiungere la propria destinazione, il 71% degli intervistati ha affermato di non effettuarne, il 57% di effettuarne solo uno, il 19% di effettuarne due, e solo il 3% ne effettua più di tre. (*Grafico 7.6*)

Grafico 7.4

Fascia oraria

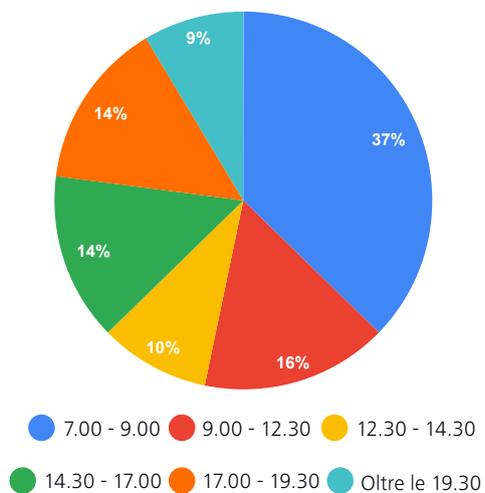


Grafico 7.5

Tempo di permanenza

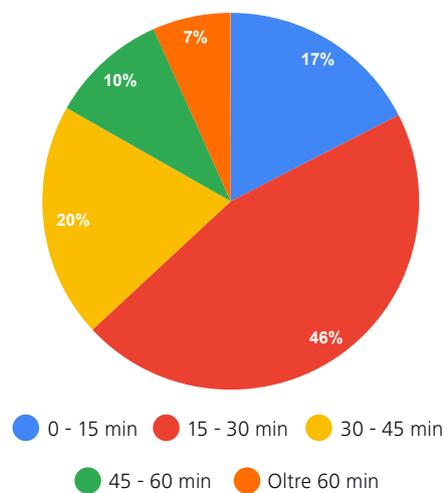
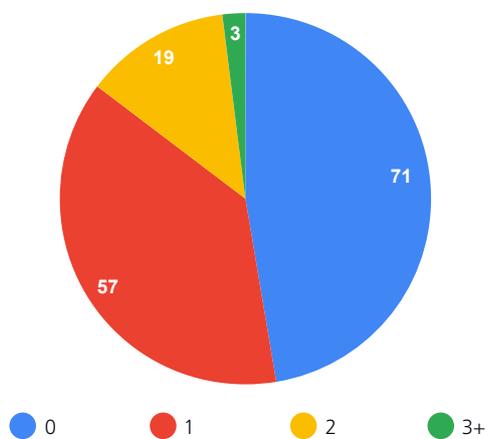


Grafico 7.6

Quantità di cambi



Relativamente alle motivazioni per cui si utilizzano i mezzi pubblici, quasi la metà degli intervistati (42%) ha affermato di viaggiare per recarsi a scuola/università, il 18% si sposta per fare commissioni e acquisti personali, il 18% per svago e turismo, il 17% per raggiungere il posto di lavoro e solo il 4% per andare a prendere o accompagnare qualcuno. (Grafico 7.7)

Dato che l'utenza media dei mezzi di trasporto pubblico è costituita per buona parte da studenti, ciò implica che la maggior parte dei passeggeri, quasi sicuramente, porterà

con sé effetti personali quali zaini e cartelle. Se a questo risultato si somma il 19% che ha risposto di viaggiare per fare acquisti personali, si delinea nettamente la necessità di supporti specifici per gli effetti personali dei passeggeri, altrimenti posizionati in corrispondenza di postazioni a sedere, o per terra.

Rispetto alla domanda relativa al "con chi si viaggia", l'87% ha risposto di viaggiare da solo, seguito dal 12% di viaggiatori in coppia, e solo il 7% di coloro che viaggiano in gruppo. (Grafico 7.8)

Grafico 7.7

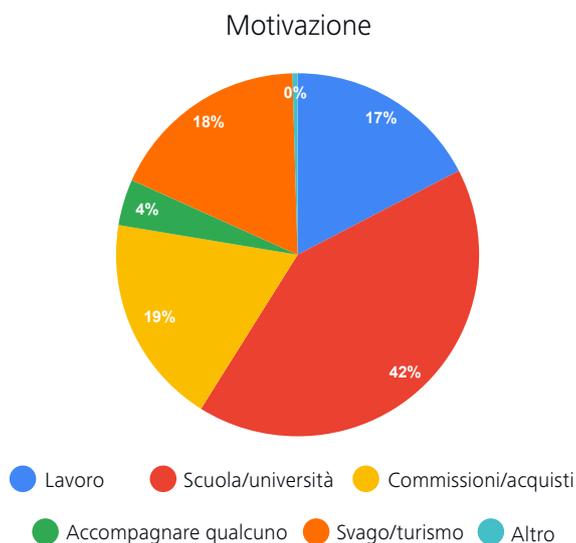
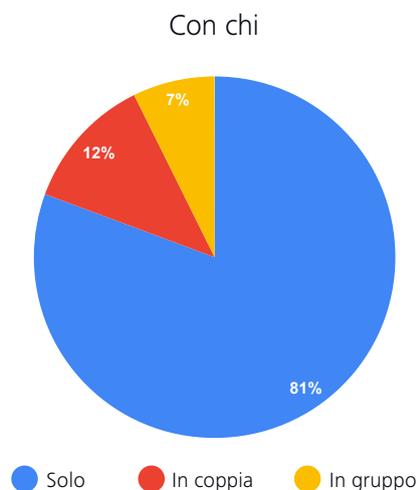


Grafico 7.8



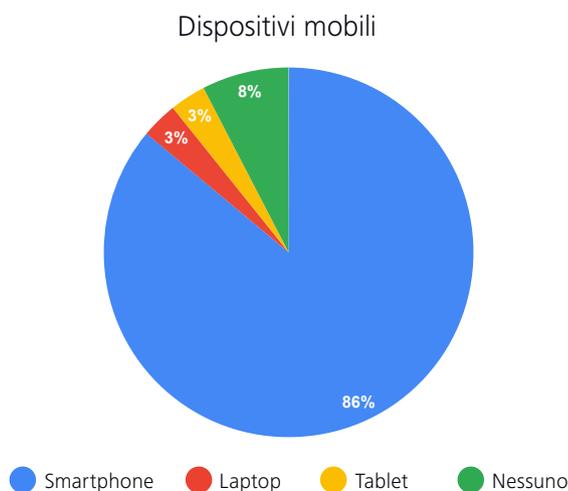
Sono state poste inoltre domande per comprendere quali siano le attitudini relative all'utilizzo di dispositivi mobili a bordo del mezzo.

Lo Smartphone è di gran lunga il dispositivo mobile più utilizzato dagli intervistati (86%), mentre sono più gli utenti a non fare utilizzo di dispositivi mobili a bordo (8%) rispetto a quelli che utilizzano il proprio Laptop (3%) o il

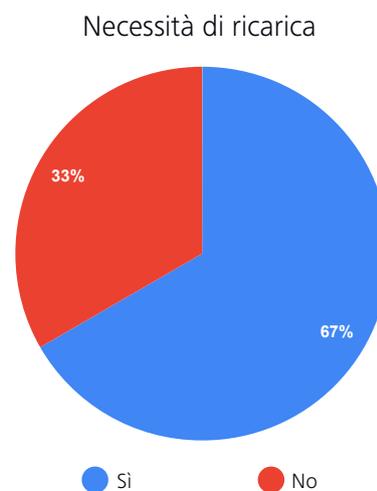
Tablet (3%). (*Grafico 7.9*)

Rispetto alla necessità di ricaricare il proprio dispositivo durante il viaggio, la maggioranza si è espressa in modo positivo per il 67%, contro il 33% dei rispondenti che invece non ne hanno espresso il bisogno. (*Grafico 7.10*)

*Grafico 7.9*



*Grafico 7.10*



La domanda “Se si riceve una chiamata a bordo” verte, invece, all’individuazione del comportamento più diffuso tra i passeggeri in caso di una chiamata telefonica, un’azione molto frequente durante l’arco della giornata, che può però essere limitata dalla confusione del mezzo pubblico.

Ciò che si evince è che in caso di chiamata la risposta più comune tra gli utenti è quella di utilizzare gli auricolari (37%). La maggior parte degli intervistati afferma però di non rispondere alla chiamata, declinandola o a causa

del troppo rumore (21%) o aspettando di scendere dal mezzo per avere una maggiore privacy (20%). Solo il 22% risponde normalmente. (*Grafico 7.11*)

I risultati ottenuti confermano quanto l’attuale configurazione del mezzo pubblico arrechi disagio agli utenti che ne usufruiscono, in particolare in caso di chiamata, segnalando tale aspetto come interessante ambito di progetto per migliorare la user experience del passeggero.

*Grafico 7.11*

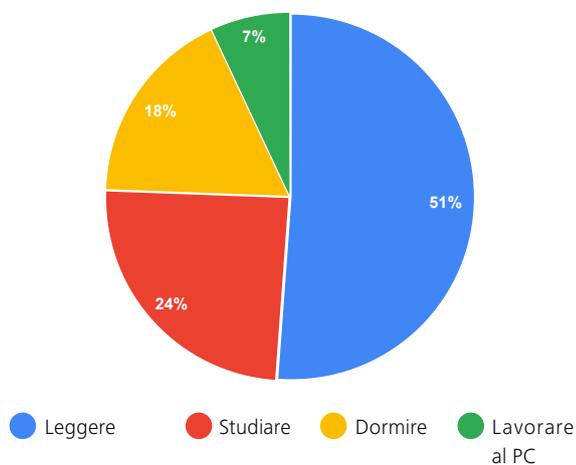


Altre domande hanno il fine di cogliere le azioni che gli utenti vorrebbero svolgere all'interno del mezzo pubblico, e comprendere quali siano attualmente i fattori che le impediscono, così da individuare quali potrebbero essere i fattori Delight da considerare ed includere nel Concept.

Dalla prima domanda emerge che a oltre la maggioranza degli intervistati piacerebbe leggere (51%), al 24% piacerebbe studiare, al 18% dormire, e il 7% vorrebbe poter lavorare al PC. (Grafico 7.12)

Grafico 7.12

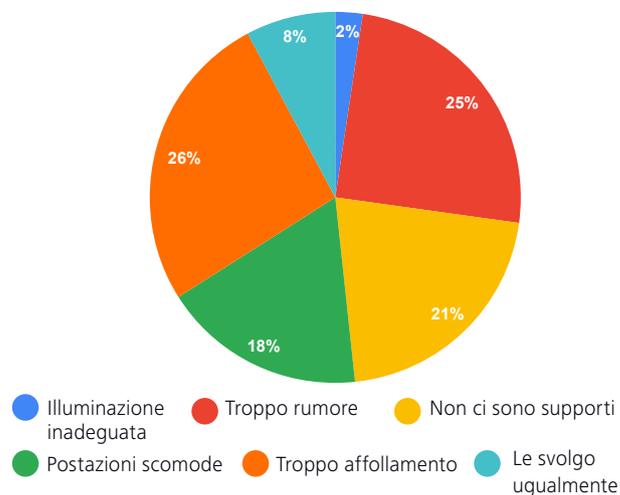
Attività che si vorrebbero svolgere



Le cause che impediscono tali azioni risultano, invece, essere principalmente il troppo affollamento (26%) ed il forte rumore (25%), seguiti dalla mancanza di supporti adeguati (21%) e la presenza di postazioni scomode (18%); solo il 2% degli intervistati identifica la causa di tali limitazioni nella inadeguatezza dell'illuminazione interna del mezzo. Il restante 8% degli intervistati afferma di svolgere ugualmente le azioni prima citate. (Grafico 7.13)

Grafico 7.13

Perchè non si riescono a svolgere



### 7.2.3 Abitudini PRE-Covid19

Nella terza sezione del questionario, agli intervistati, è stato chiesto di esprimersi circa le abitudini che avevano prima dell'avvento del Covid-19.

La prima domanda di tale sezione, infatti, chiede agli intervistati di indicare la frequenza con cui, prima della pandemia, si utilizzavano i mezzi di trasporto pubblico urbano.

Il 38% degli intervistati ha affermato di utilizzarli tutti i giorni, il 21% qualche volta la settimana, il 19% solo nei giorni feriali, il 10% all'occorrenza, poi solo il 5% qualche volta al mese, il 4% solo qualche volta l'anno, ed il 3% solo nei giorni festivi. (*Grafico 7.14*)

Grafico 7.14



Successivamente agli intervistati è stato chiesto di esprimersi circa le modalità di viaggio favorite correlate ai componenti interni del mezzo.

Rispetto alla tipologia di postazione preferita su cui viaggiare, il 59% ha affermato di prediligere il sedile singolo, seguito dal sedile doppio scelto dal 21% degli intervistati.

L'11% degli intervistati opta per le postazioni a quattro sedili, mentre il 6% preferisce rimanere in piedi, e solo il 3% nelle aree di snodo in caso di viaggio a bordo di un

autosnodato. (Grafico 7.15)

Infine, nella terza ed ultima domanda di tale sezione, agli intervistati è stato chiesto di indicare il componente su cui si preferisce appoggiarsi, quando ci si ritrova in piedi: il 44% preferisce il mancorrente, il 28% preferisce non appoggiarsi, il 15% afferma di tenersi aggrappandosi ai sedili, il 7% alle pareti e solo il 6% alle maniglie sospese. (Grafico 7.16)

Grafico 7.15

Postazione preferita

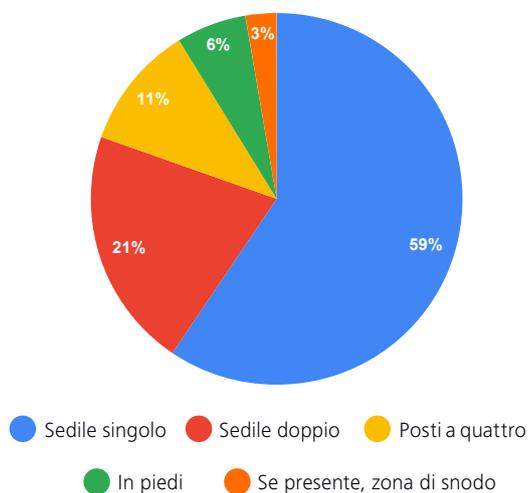
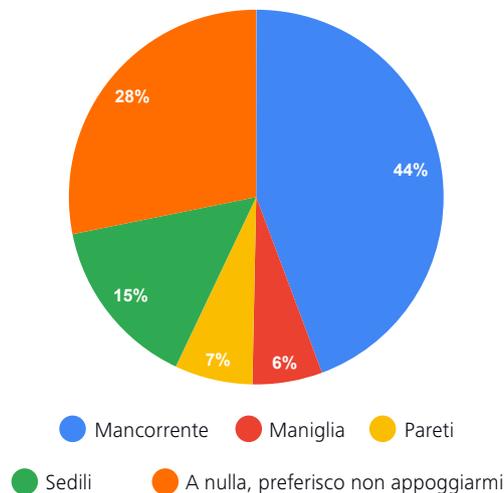


Grafico 7.16

Punto d'appoggio preferito



## 7.2.4 Abitudini DURANTE il Covid19

Nella quarta sezione del questionario agli intervistati è stato chiesto come siano cambiate le loro abitudini relative all'utilizzo dei mezzi pubblici, con l'avvento della pandemia.

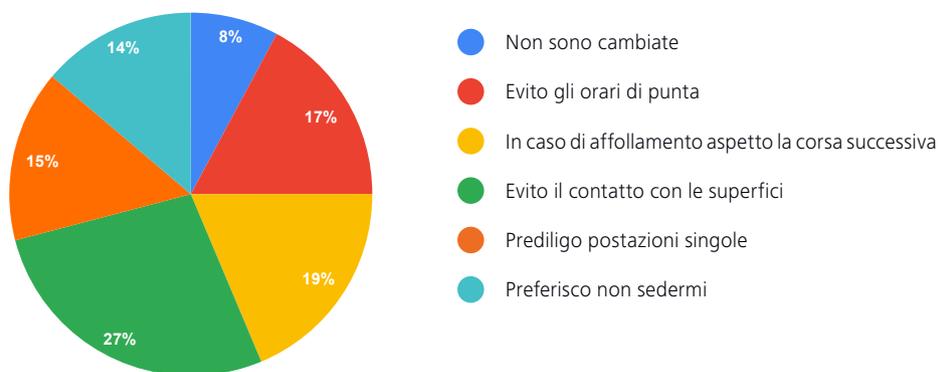
L'atteggiamento più comune, secondo i risultati del questionario, è quello di evitare il contatto con le superfici (27%), seguito dalla scelta di aspettare la corsa successiva in caso di affollamento (19%), evitare gli orari di punta (17%) prediligere postazioni singole (15%) o non sedersi affatto (14%). Il restante 8% degli intervistati ha invece affermato che le sue abitudini non sono cambiate. (Grafico 7.17)

Successivamente nel questionario è stato chiesto di valutare, secondo il fattore igienico e tre termini di valutazione (soddisfatto, indifferente, insoddisfatto) quattro componenti presenti all'interno del mezzo di trasporto, ognuno dei quali riportato in due versioni differenziate dalla tipologia di materiale utilizzato.

Rispettivamente questi erano: il sedile in plastica o in tessuto, i mancorrenti in acciaio lucido o satinato, il pavimento in gomma o in simil legno, e le maniglie in gomma o in plastica rigida. (Grafici 7.18)

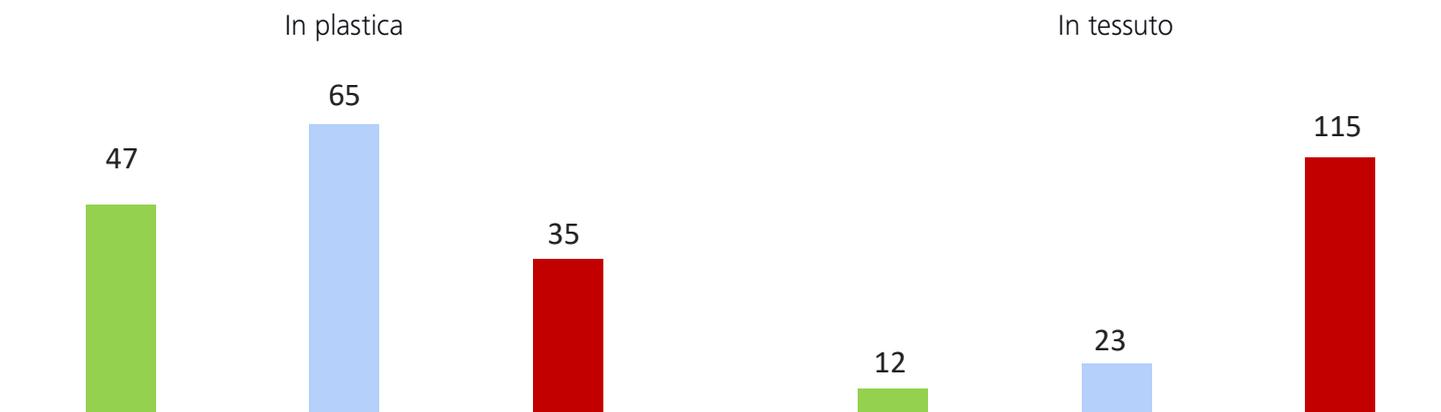
Grafico 7.17

Come sono cambiate le abitudini

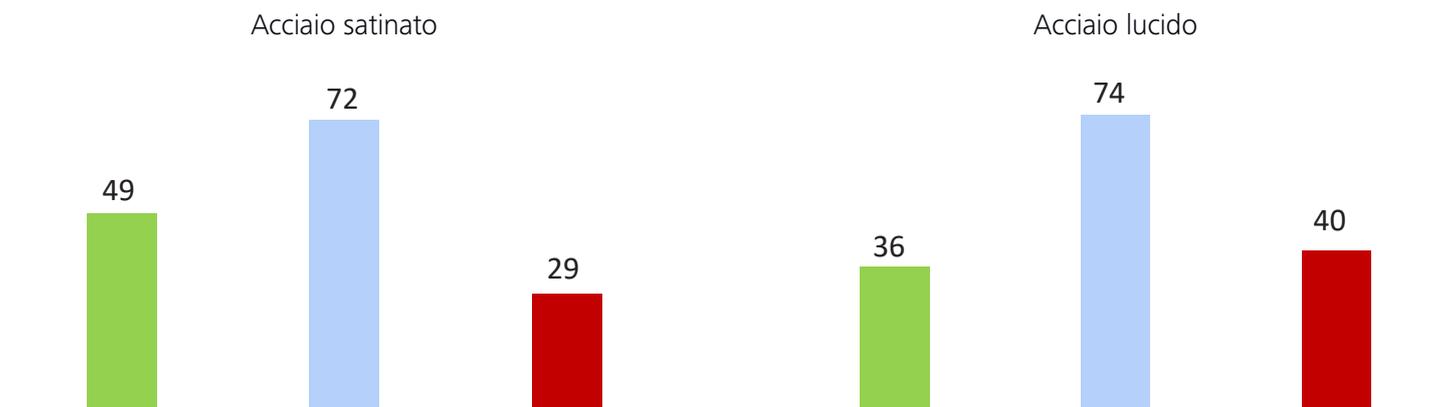


Grafici 7.18

## **SEDILI**



## **MANCORRENTI**



● soddisfatto

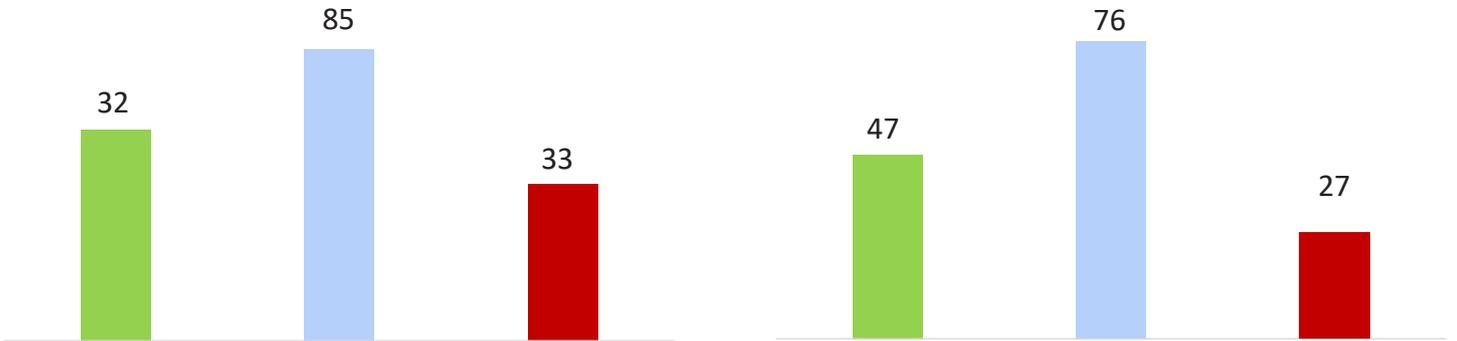
● indifferente

● insoddisfatto

**PAVIMENTO**

In gomma

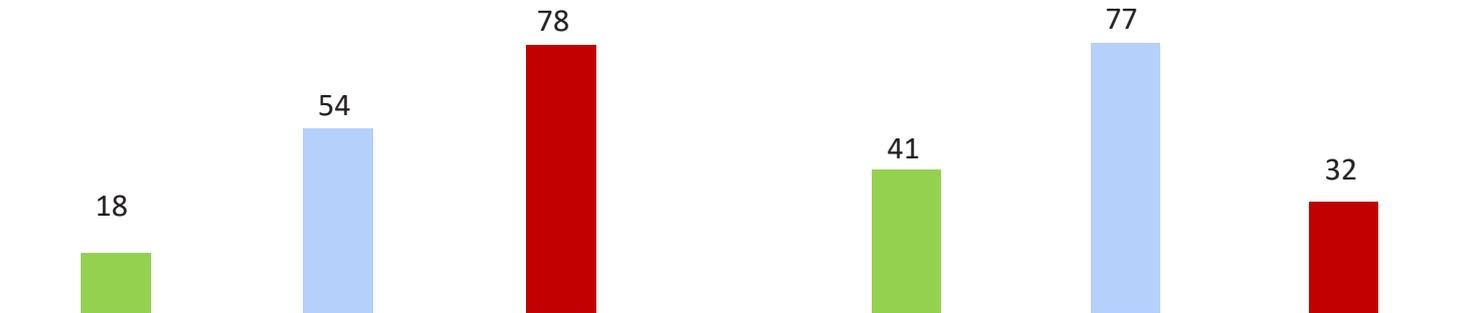
Simil legno



**MANIGLIE**

In gomma

In plastica rigida



Come mostrato nei grafici precedenti, emerso che:

- Il sedile in plastica è percepito in modo migliore rispetto a quello in tessuto.

Difatti, rispetto al primo, 42 rispondenti hanno affermato di essere soddisfatti, 85 indifferenti e 35 insoddisfatti. Nel caso del sedile rivestito in tessuto solo 12 rispondenti hanno risposto di essere soddisfatti, 23 indifferenti e ben 112 insoddisfatti.

- I mancorrenti in acciaio satinato sono preferibili a quelli in acciaio lucido.

Nel primo caso in 49 hanno risposto di essere soddisfatti, 72 indifferenti e 29 insoddisfatti. Rispetto ai mancorrenti in acciaio lucido invece si sono avute 36 risposte per "soddisfatto", 74 per "indifferente" e 40 per "insoddisfatto".

- Il pavimento in gomma è percepito in modo peggiore rispetto a quello in simil legno.

32 rispondenti hanno affermato di essere soddisfatti del pavimento in gomma in merito al fattore igienico, 85 sono indifferenti, e 33 insoddisfatti. Nel secondo caso si registra una leggera differenza, che però presenta più risposte per i soddisfatti, circa 47, 76 sono stati coloro che hanno risposto "indifferente" e 27 "insoddisfatto".

- Le maniglie in plastica rigida sono nettamente favorite rispetto a quelle in gomma.

La maggior parte degli intervistati si è dichiarata insoddisfatta in merito al fattore igienico, nel caso delle maniglie in gomma (78), solo 18 hanno risposto di essere soddisfatti e 54 indifferenti. Nel caso delle maniglie in plastica rigida, invece, 41 rispondenti hanno affermato di esserne soddisfatti, 77 indifferenti e 32 insoddisfatti.

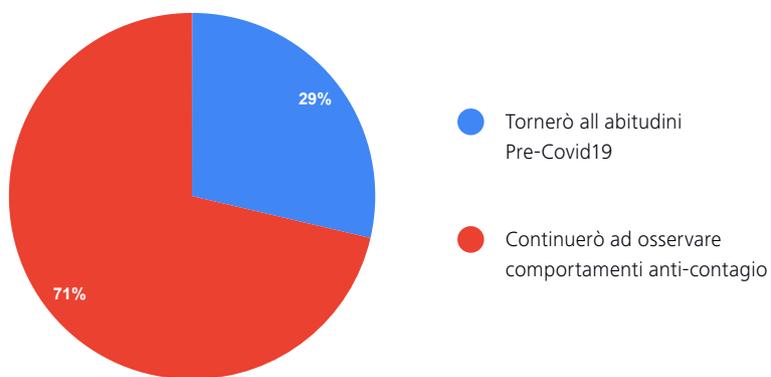
## 7.2.5 Abitudini POST-Covid19

Infine, nell'ultima sezione del questionario, nominata "Nuove abitudini e nuove soluzioni", è stato chiesto agli intervistati di esprimere il proprio parere circa il possibile cambiamento delle proprie abitudini in uno scenario futuro post-pandemico.

Le opzioni rivolte agli intervistate sono state due: Tornare alle abitudini Pre-Covid19, o quella di continuare ad osservare comportamenti anti-contagio. Quest'ultima è stata la risposta più diffusa, data dal 71% dei rispondenti, mentre solo il 29% ha affermato di voler tornare alle abitudini pre-pandemiche. (*Grafici 7.19*)

*Grafico 7.19*

Come sono cambiate le abitudini



## 7.2.6 Parole a confronto

Nel corso del questionario è stato inoltre chiesto agli intervistati, di scegliere tra un elenco di parole, quelle che più li rimandassero alla loro attuale idea di mezzo di trasporto pubblico locale, e alla loro idea di trame e autobus del futuro.

Nel primo caso, le parole con più voti sono state quelle con accezione negativa (*Grafico 7.20*):

Rumore (95), Sporcizia (91), Confusione (85) seguite da Obsolescenza (35), Instabilità (34), Rischio (34) e Tristezza (22).

Tra le parole con accezione positiva a ricevere più voti troviamo invece: Praticità (35) e Sostenibilità (23).

Accessibilità, Socialità e Sicurezza hanno ottenuto rispettivamente 14, 13 e 11 voti, e infine le parole meno votate sono state Igiene (8), Comfort (4) e Democrazia (3).

In totale sono stati dati 507 voti, che mediati per il numero di rispondenti totali, sono circa 3 voti a testa.

Rispetto alle parole associate all'idea di mezzo di trasporto pubblico locale del futuro, invece, in totale sono state registrate 744 risposte, che corrispondono, in media, a circa 5 risposte per ogni rispondente. (*Grafico 7.21*)

Le parole più votate sono state Comfort (113) e Igiene (100), le stesse parole che nel primo caso hanno raggiunto il minor numero di voti.

Altre parole molto votate sono state Sicurezza (87), Tranquillità (68), Tecnologia (67), Spaziosità (67) e Multifunzionalità (60). Seguono Luminosità (41), Informazione (31), Semplificazione (30) Privacy (23) e Ospitalità (21). Infine le parole che hanno ottenuto meno voti sono state Diversificazione (15), Intrattenimento (11) e Vivacità (10).

Grafico 7.20

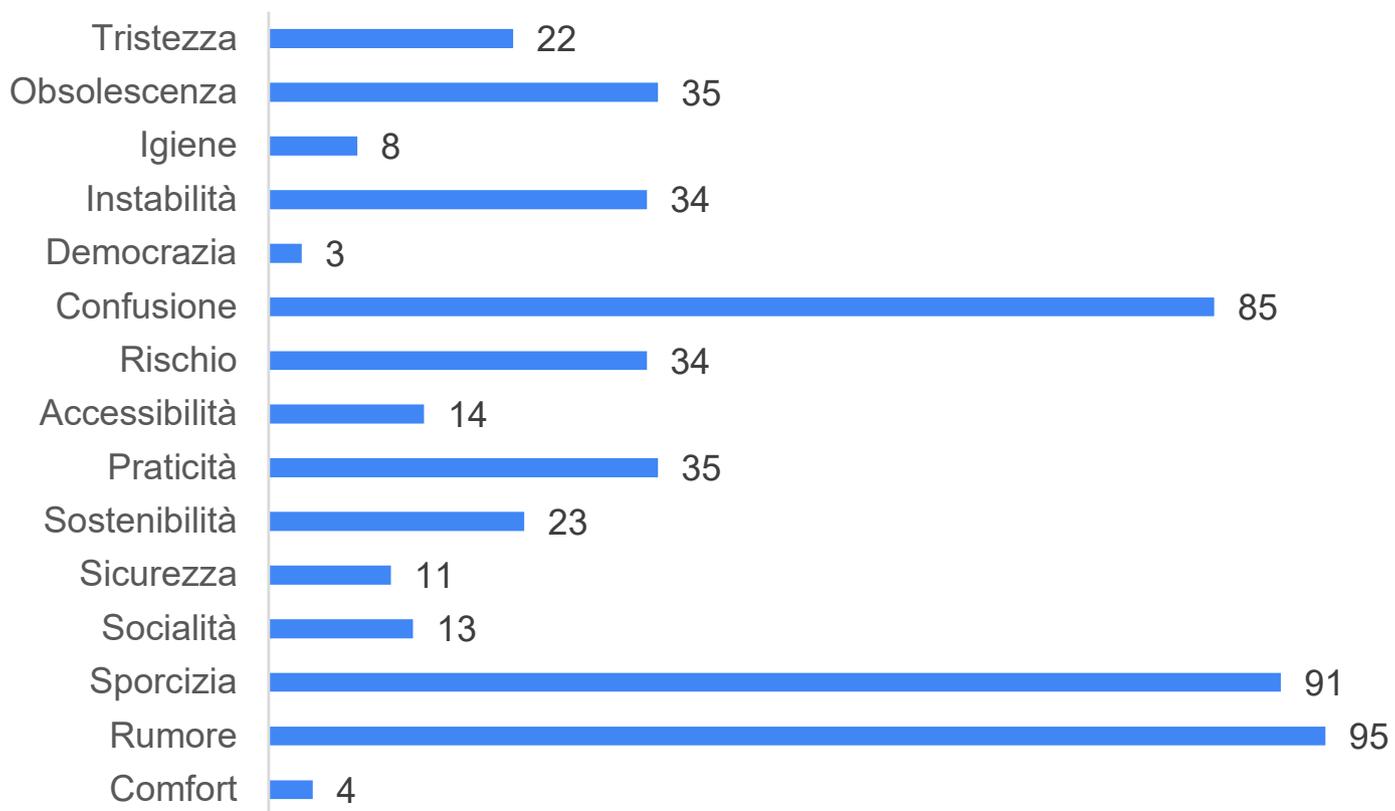
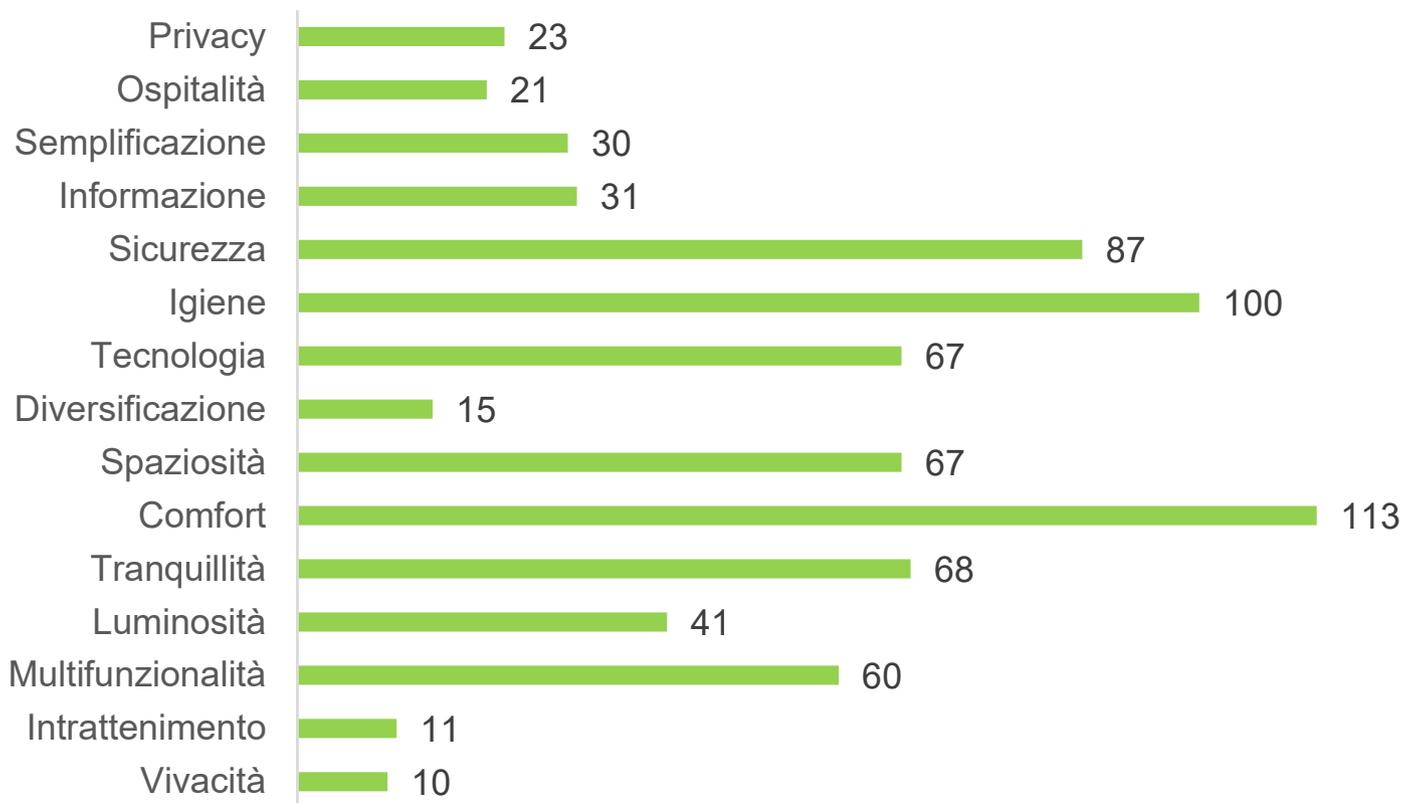


Grafico 7.21



## 7.3 Best and Worst Scaling (BWS)

Nella volontà di definire un concept e di sviluppare al meglio un'idea progettuale, valutandone sia le proprietà intrinseche come la funzione e le proprietà ed estrinseche come la forma e l'estetica, è opportuno, come detto in precedenza, effettuare un'indagine a monte circa le richieste di mercato.

Il mercato infatti altro non è che l'insieme di tutte quelle persone che ogni giorno usufruendo di prodotti e servizi ne veicolano indirettamente l'evoluzione. In questo senso il passo successivo all'identificazione della possibile porzione di mercato a cui rivolgersi, è stata l'individuazione di quel complesso sistema esigenziale a cui fare riferimento. Per farlo è stato impiegato il metodo di indagine della Best Worst Scaling.

Come suggerisce già il nome, questo metodo di indagine consente non solo di indicare ciò che il consumatore preferisce ma altresì ciò che tendenzialmente scarta o esclude dalla sua sfera di interesse.

Al fine di procedere, in ciascuno dei 10 questionari elaborati e poi somministrati allo stesso numero di persone (15 per questionario), nella parte finale sono state inserite cinque domande che chiedevano al rispondente di indicare ogni volta "una caratteristica migliore" e "una

caratteristica peggiore" tra un set di cinque differenti opzioni, diverse per ogni domanda e assortite secondo un ordine casuale.

In questo modo, tenendo conto del numero totale di volte in cui una determinata caratteristica è stata ritenuta migliore o peggiore e tenendo conto del numero di volte in cui lo stesso fattore è stato visualizzato dalla totalità dei rispondenti, è stato possibile indagare sull'attenzione e sull'utilità che ogni possibile consumatore pone e ricava nell'interazione con un prodotto/servizio, in questo caso il mezzo di trasporto pubblico, dotato di specifiche caratteristiche.

Poiché tali caratteristiche, che in questo contesto saranno identificate con il termine ITEMS, rappresentano pertanto fattori che potenzialmente, in base al livello di gradimento del pubblico, influenzano aspetti reali del prodotto finale, non possono non essere diretta conseguenza dei bisogni a cui il progetto tenta di rispondere. In questi termini si è reso necessario l'individuazione dei NEEDS, ovvero i bisogni che si tenta di soddisfare attraverso una nuova proposta progettuale. (Tabella 7.1)

Tabella 7.1

Need	Items
Migliorare il comfort della seduta	Sedile rigido Sedile morbido Sedili dotati di braccioli Sedili senza braccioli
Fornire servizi aggiuntivi	Presenza di punti di ricarica personali Presenza di colonnina di ricarica condivisa
Migliorare le condizioni igieniche	Superfici antibatteriche Superfici tradizionali
Rendere l'abitacolo più confortevole	Meno postazioni ma più confortevoli Più postazioni ma meno confortevoli Presenza di tavolino/vassoio estraibile Assenza di tavolino/vassoio estraibile
Rispondere alle diverse esigenze dell'utenza	Suddivisione in aree in base alle esigenze Spazio non suddiviso, unico ambiente
Migliorare l'acustica, riducendo il rumore	Intero abitacolo fonoassorbente Specifiche aree fonoassorbenti
Ottimizzare lo spazio	Presenza di zone per effetti personali Assenza di zone per effetti personali
Facilitare l'informazione	Infografiche digitali in tempo reale Infografiche analogiche fisse

Di seguito sono dunque riportate le tabelle che riassumono i dati raccolti relativi al conteggio di quante volte ogni item è stato selezionato come best e come worst.

Questa prima tabella (*Tabella 7.2*), riportando il numero di volte in cui ciascuno dei venti item è stato indicato come migliore caratteristica, offre una parziale panoramica circa le preferenze del pubblico. Nello specifico alla colonna "SUM BEST" si riporta quante volte l'ITEM è stato indicato come migliore in modo assoluto, nella colonna "TOTAL N" si indica il numero di volte in cui le persone hanno interagito con quell'ITEM e per finire, nell'ultima colonna si indica lo "Score" che mettendo in relazione i valori delle colonne precedenti, riporta l'indice di preferenza standardizzato sulla frequenza per ogni item.

Come riportato, il grado di interesse maggiore da parte dei rispondenti nei confronti di alcuni tra questi ITEMS rispetto ad altri. Spiccano tra le prime posizioni, in

relazione a un maggiore grado di interesse da parte dei rispondenti, le seguenti caratteristiche:

1. Superfici antibatteriche.
2. Presenza di più punti di ricarica personali Info grafiche digitali in tempo reale.
3. Meno postazioni ma più confortevoli.
4. Suddivisione in aree in base alle esigenze in ex aequo.
5. Presenza di zone per effetti personali.

In senso inverso gli ITEMS meno votati sono proprio quelli che propongono soluzioni contrarie, in particolar modo si è colto un certo dissenso in relazione all'assenza di zone dedicate agli effetti personali e allo stesso modo all'assenza di eventuali superfici di appoggio, che potrebbero al contrario favorire sia un'ottimizzazione dello spazio, evitando ingombri nelle aree di smistamento, e sia un'esperienza di viaggio più confortevole per chi in particolar modo è costretto a spostarsi con bagagli più ingombranti.

Tabella 7.2

	Items	Sum Best	Total N	Score
1	Sedile rigido	27	195	0,138461538
2	Sedile morbido	37	180	0,205555556
3	Sedile dotato di braccioli	43	195	0,220512821
4	Sedile senza braccioli	13	195	0,066666667
5	Presenza di più punti di ricarica personali	79	195	0,405128205
6	Presenza di colonnina di ricarica condivisa	54	195	0,276923077
7	Superfici antibatteriche	115	180	0,638888889
8	Superfici tradizionali	14	195	0,071794872
9	Meno postazioni ma più confortevoli	51	195	0,261538462
10	Più postazioni ma meno confortevoli	18	180	0,1
11	Suddivisione in aree in base alle esigenze	51	195	0,261538462
12	Spazio non suddiviso, unico ambiente	13	180	0,072222222
13	Presenza di tavolino/vassoio	32	195	0,164102564
14	Assenza di tavolino/vassoio	7	180	0,038888889
15	Intero abitacolo fonoassorbente	29	180	0,161111111
16	Specifiche aree fonoassorbenti	34	180	0,188888889
17	Presenza di zone per effetti personali	45	180	0,25
18	Assenza di zone per effetti personali	4	180	0,022222222
19	Info grafiche digitali in tempo reale	70	180	0,388888889
20	Info grafiche analogiche fisse	13	195	0,066666667

Procedendo con l'analisi dei dati raccolti, secondo il metodo indicato, si è posta l'attenzione sul numero di volte in cui gli ITEMS sono stati valutati come "caratteristica peggiore", il cui valore assoluto è riportato nella colonna "SUM WORST", segue il numero di volte in cui ciascun item è stato visualizzato dalla totalità dei rispondenti, e il grado di preferenza rappresentato dallo score, un valore standardizzato.

Entrando nel merito, la tabella 7.3 conferma quanto detto prima. Tra le caratteristiche giudicate come peggiori si trovano infatti:

1. Assenza di zone per effetti personali
2. Spazio non suddiviso, unico ambiente
3. Più postazioni ma meno confortevoli
4. Assenza di tavolino/vassoio
5. Superfici tradizionali

Per concludere e ottenere così i dati complessivi e standardizzati, una terza tabella (*Tabella 7.4*), che mette in relazione i dati precedentemente raccolti, riporta il Best Minus Worst Score, ovvero il punteggio finale, relativo all'indice di gradimento per ciascun item, ottenuto attraverso due semplici passaggi:

- la sottrazione dal numero di volte in cui ciascun item è stato giudicato "la migliore caratteristica" con il numero di volte in cui al contrario è stato considerato la "peggiore caratteristica".
- la divisione del valore ottenuto, per ciascun item, con il numero totale di interazioni

Variando la sequenza degli Score secondo un ordine decrescente è possibile evidenziare in modo più immediato quali ITEMS sono stati maggiormente apprezzati dai rispondenti e quali meno. (*Tabella 7.5*)

Tabella 7.3

	Items	Sum Worst	Total N	Score
1	Sedile rigido	64	195	0,328205128
2	Sedile morbido	18	180	0,1
3	Sedile dotato di braccioli	30	195	0,153846154
4	Sedile senza braccioli	63	195	0,323076923
5	Presenza di più punti di ricarica personali	8	195	0,041025641
6	Presenza di colonnina di ricarica condivisa	30	195	0,153846154
7	Superfici antibatteriche	3	180	0,016666667
8	Superfici tradizionali	65	195	0,333333333
9	Meno postazioni ma più confortevoli	21	195	0,107692308
10	Più postazioni ma meno confortevoli	70	180	0,388888889
11	Suddivisione in aree in base alle esigenze	10	195	0,051282051
12	Spazio non suddiviso, unico ambiente	73	180	0,405555556
13	Presenza di tavolino/vassoio	32	195	0,164102564
14	Assenza di tavolino/vassoio	67	180	0,372222222
15	Intero abitacolo fonoassorbente	11	180	0,061111111
16	Specifiche aree fonoassorbenti	10	180	0,055555556
17	Presenza di zone per effetti personali	28	180	0,155555556
18	Assenza di zone per effetti personali	83	180	0,461111111
19	Info grafiche digitali in tempo reale	11	180	0,061111111
20	Info grafiche analogiche fisse	51	195	0,261538462

Tabella WORST

Tabella 7.4

	<b>Items</b>	<b>Sum Best minus Worst</b>	<b>Total N</b>	<b>Score</b>
1	Sedile rigido	-37	195	-0,18974359
2	Sedile morbido	19	180	0,105555556
3	Sedile dotato di braccioli	13	195	0,066666667
4	Sedile senza braccioli	-50	195	-0,256410256
5	Presenza di più punti di ricarica personali	71	195	0,364102564
6	Presenza di colonnina di ricarica condivisa	24	195	0,123076923
7	Superfici antibatteriche	112	180	0,622222222
8	Superfici tradizionali	-51	195	-0,261538462
9	Meno postazioni ma più confortevoli	30	195	0,153846154
10	Più postazioni ma meno confortevoli	-52	180	-0,288888889
11	Suddivisione in aree in base alle esigenze	41	195	0,21025641
12	Spazio non suddiviso, unico ambiente	-60	180	-0,333333333
13	Presenza di tavolino/vassoio	0	195	0
14	Assenza di tavolino/vassoio	-60	180	-0,333333333
15	Intero abitacolo fonoassorbente	18	180	0,1
16	Specifiche aree fonoassorbenti	24	180	0,133333333
17	Presenza di zone per effetti personali	17	180	0,094444444
18	Assenza di zone per effetti personali	-79	180	-0,438888889
19	Info grafiche digitali in tempo reale	58	180	0,327777778
20	Info grafiche analogiche fisse	-38	195	-0,194871795

*Best Minus Worst Score*

Tabella 7.5

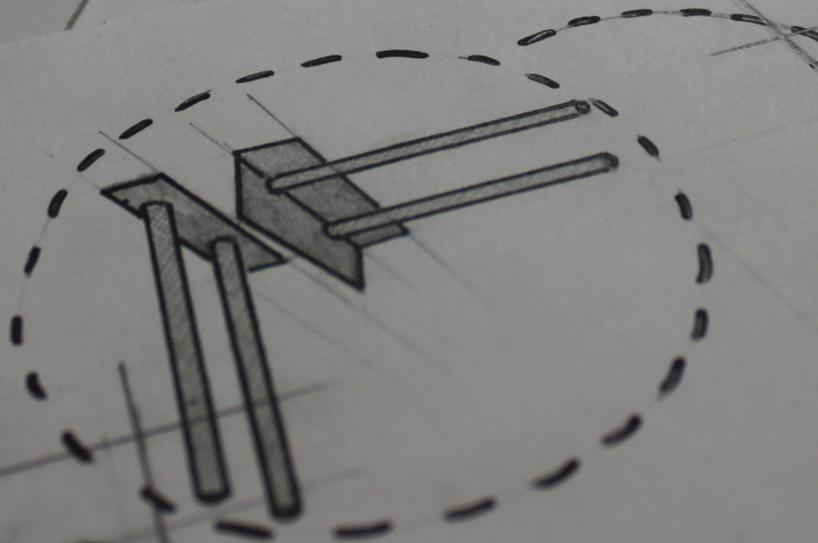
	Items	Sum Best minus Worst	Total N	Score
7	Superfici antibatteriche	112	195	0,622222222
5	Presenza di più punti di ricarica personali	71	180	0,364102564
19	Info grafiche digitali in tempo reale	59	195	0,327777778
11	Suddivisione in aree in base alle esigenze	41	195	0,21025641
9	Meno postazioni ma più confortevoli	30	195	0,153846154
16	Specifiche aree fonoassorbenti	24	195	0,133333333
6	Presenza di colonnina di ricarica condivisa	24	180	0,123076923
2	Sedile morbido	19	195	0,105555556
15	Intero abitacolo fonoassorbente	18	195	0,1
17	Presenza di zone per effetti personali	17	180	0,094444444
3	Sedile dotato di braccioli	134	195	0,066666667
13	Presenza di tavolino/vassoio	0	180	0
1	Sedile rigido	-37	195	-0,18974359
20	Info grafiche analogiche fisse	-38	180	-0,194871795
4	Sedile senza braccioli	-50	180	-0,256410256
8	Superfici tradizionali	-51	180	<b>-0,261538462</b>
10	Più postazioni ma meno confortevoli	-52	180	<b>-0,288888889</b>
12	Spazio non suddiviso, unico ambiente	-60	180	<b>-0,333333333</b>
14	Assenza di tavolino/vassoio	-60	180	<b>-0,333333333</b>
18	Assenza di zone per effetti personali	-79	195	<b>-0,438888889</b>

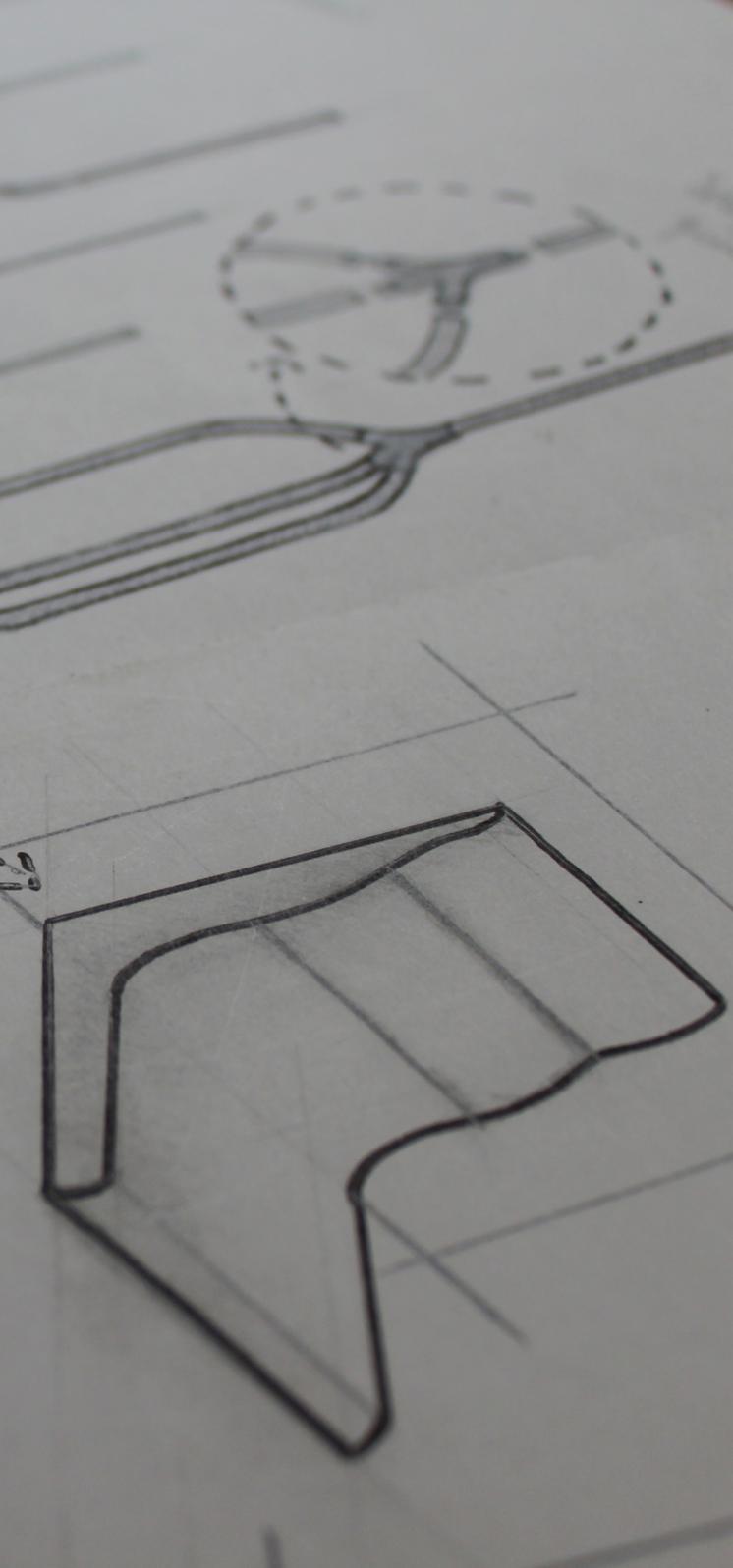
Best Minus Worst Score



8

*Handwritten text, possibly a signature or name, written vertically.*





PROGETTO

## 8.1 Concept e linee guida progettuali

L'interesse rivolto in questa tesi al mondo del trasporto pubblico urbano, è nato a seguito dello scoppio dell'emergenza sanitaria da COVID-19, la quale ha subito messo in evidenza i limiti e le problematiche ad esso legato.

L'esigenza di imporre il distanziamento sociale per evitare la diffusione del virus, ha inoltre contribuito ad accrescere drasticamente l'idea di insicurezza legata all'immaginario del mezzo pubblico, e sempre per tali ragioni, ha spinto chi ne ha la possibilità, ad evitarne l'utilizzo.

Ritenendo che una tendenza simile possa essere in grado di propagare una sempre maggiore spaccatura sociale, e provocare una mancanza di interesse progettuale nei confronti del trasporto pubblico, si è scelto di rivolgere l'attenzione su tale ambito, che invece, si ritiene un elemento fondamentale per il benessere di una società moderna, e anche ampiamente migliorabile in termini di Comfort, Igiene e Sicurezza.

Queste, difatti, sono state le linee guida attraverso

cui è stata svolta la ricerca sullo stato di fatto relativo all'allestimento dell'abitacolo, le quali hanno messo in evidenza come l'approccio attualmente adottato, sia piuttosto superficiale e disinteressato alla percezione dei suoi utenti.

In merito al comfort, il concept proposto in questa tesi, si pone l'obiettivo di rispondere alle esigenze ergonomiche dei suoi fruitori, conciliando però l'attenzione rivolta alle loro percezioni:

La seduta del mezzo pubblico urbano, infatti, si presenta generalmente in due tipologie differenti e opposte: come una scocca plastica, poco confortevole ma sicuramente igienica e facile da gestire, o come una seduta poliuretana rivestita in tessuto, più comoda ma allo stesso tempo obsoleta e poco salubre.

I requisiti chiave che caratterizzano una seduta vincente sono risultati pertanto essere la comodità e l'igienicità.

Per tale ragione, il materiale predominante scelto e

**COMFORT**

**IGIENE**

**SICUREZZA**

**FLESSIBILITÀ**

proposto nel concept, è un poliuretano termoplastico autopellante a densità differenziata, il quale assicura sia la morbidezza della seduta, che una superficie idrorepellente e facile da pulire.

Questo materiale è inoltre stato scelto per rispondere all'emergenza sanitaria, in quanto essendo un polimero, la sua composizione consente l'inserimento direttamente in miscela di ioni di Ag, sostanze batteriostatiche annoverate tra i sistemi di sanificazione passiva. Inoltre per garantire una maggiore salubrità dell'abitacolo, il concept prevede sedute sospese che agevolano la pulizia degli spazi.

Ulteriore spunto per la riprogettazione dell'allestimento dei mezzi analizzati, è stata la constatazione che nella progettazione degli interni dei mezzi pubblici urbani, i bisogni sociali non sono mai identificati come un requisito, bensì sono sempre posti in secondo piano rispetto a valutazioni di carattere economico e all'ottimizzazione dello spazio. Ciò che si intende affermare con tale concept, è però una rivalutazioni delle priorità, poichè

per incoraggiare un utilizzo a lungo termine dei mezzi di trasporto, è fondamentale concentrarsi sulla confortevolezza fisica e sociale del viaggio, piuttosto che soddisfare la necessità di sfruttare la totale superficie disponibile.

Pertanto i sedili accoppiati, dimostrati poco funzionali all'interazione sociale, in quanto troppo vicini per garantire una conversazione confortevole, sono stati eliminati a favore della disposizione delle sedute lungo le pareti del mezzo: questa garantisce una distanza tra i passeggeri tale da invogliare la conversazione e garantire un atteggiamento meno difensivo.

Sempre, per garantire un'adeguata distanza tra i passeggeri, il concept prevede dei mancorrenti a più bracci, con una sporgenza di circa 20 cm dall'asse centrale.

Sulla base di quanto discusso in questo paragrafo, sono state riportate le linee guida del concept:

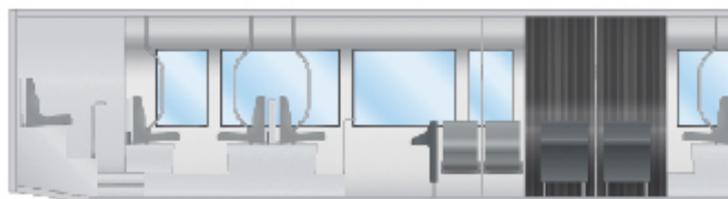
**MODULARITÀ**

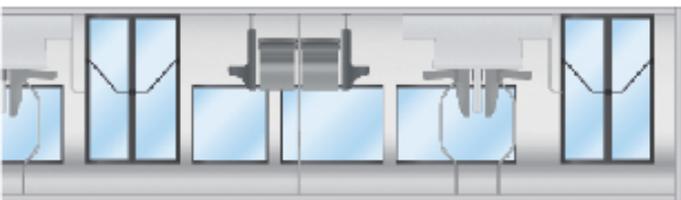
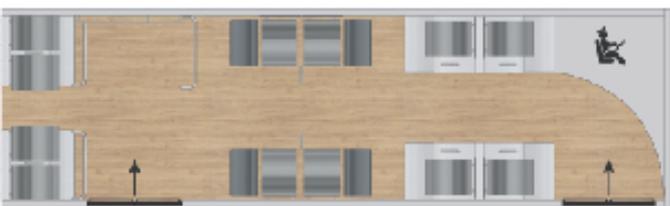
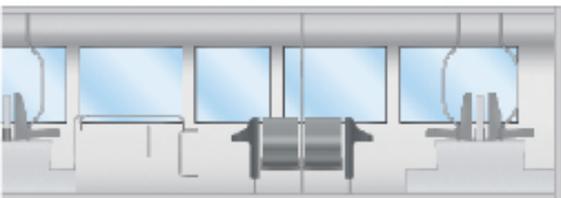
**MANUTENIBILITÀ**

**PERSONALIZZAZIONE**

**TOUCHLESS**

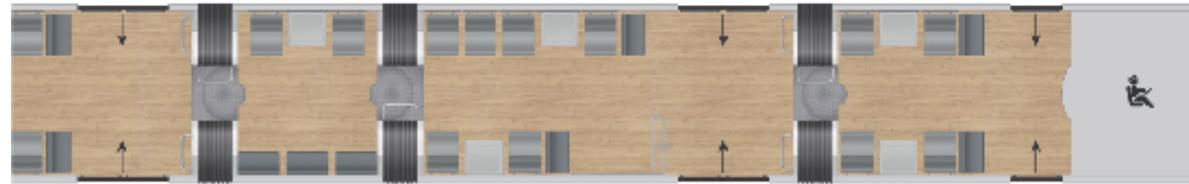
## 8.2 Proposta di allestimento per autobus Conecto New



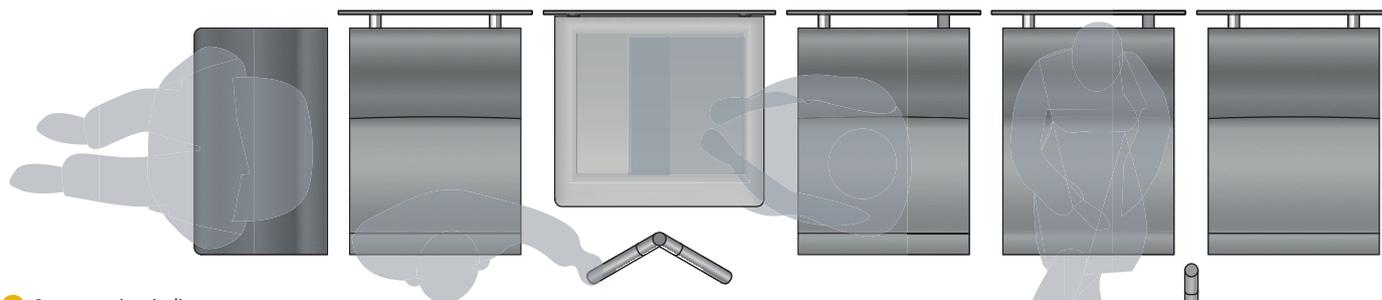


## 8.3 Proposta di allestimento per Jumbo-Tram

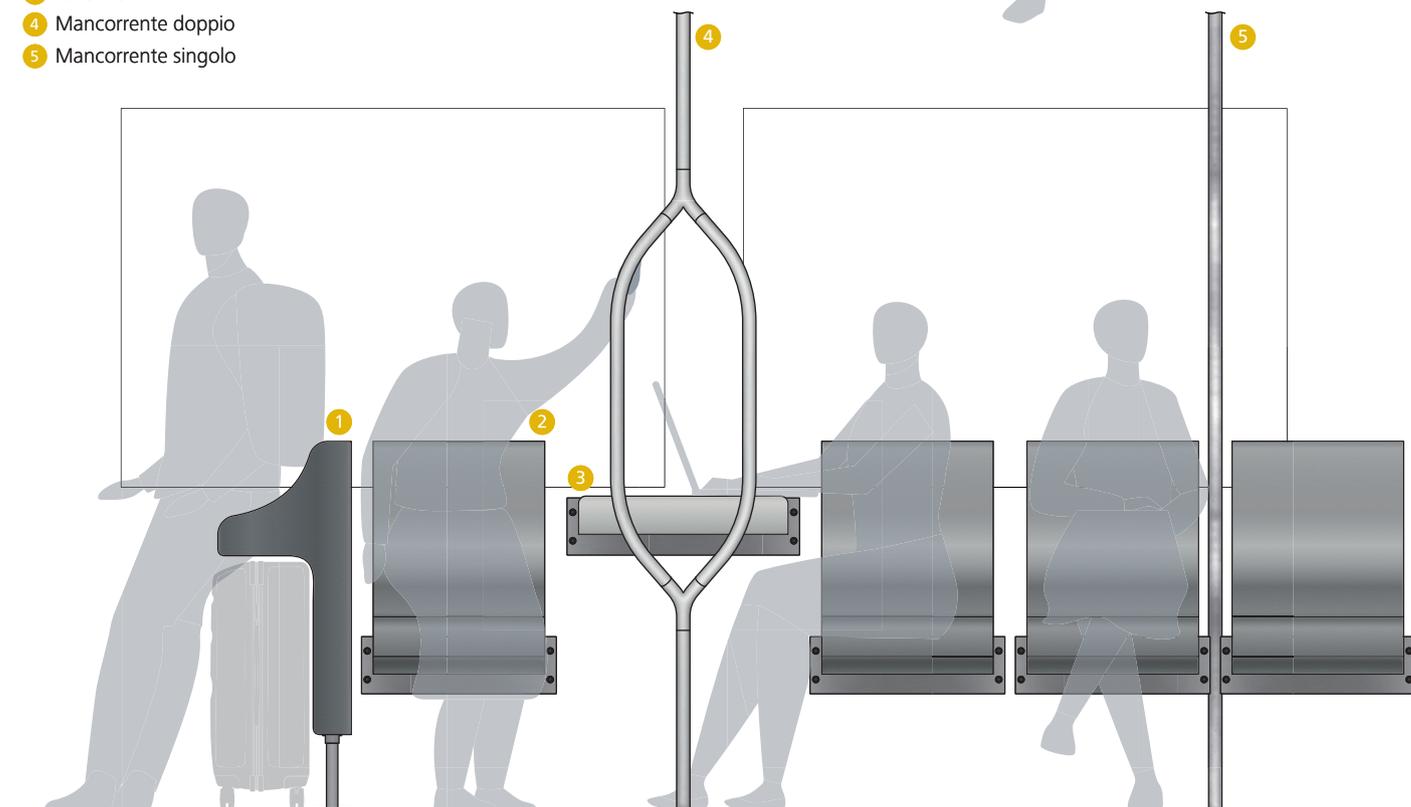


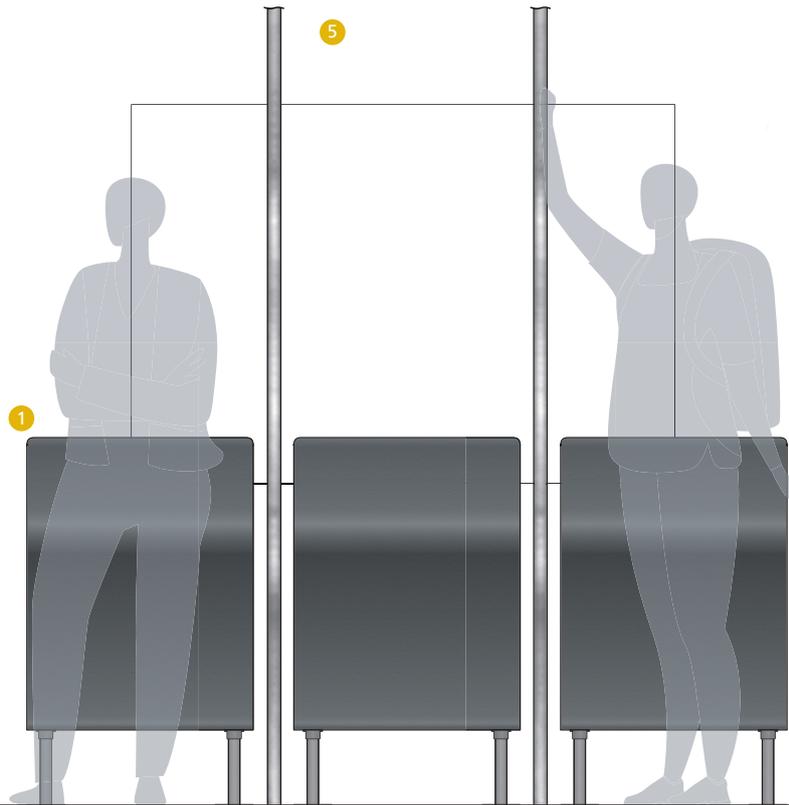
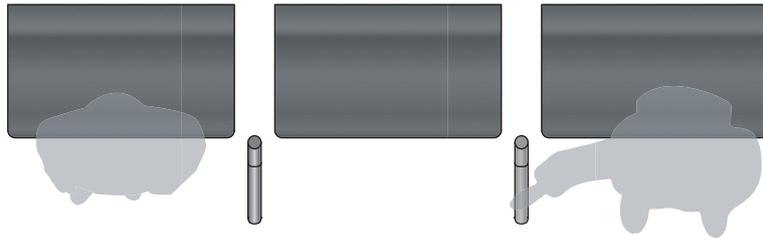


## 8.3.1 Unità compositive

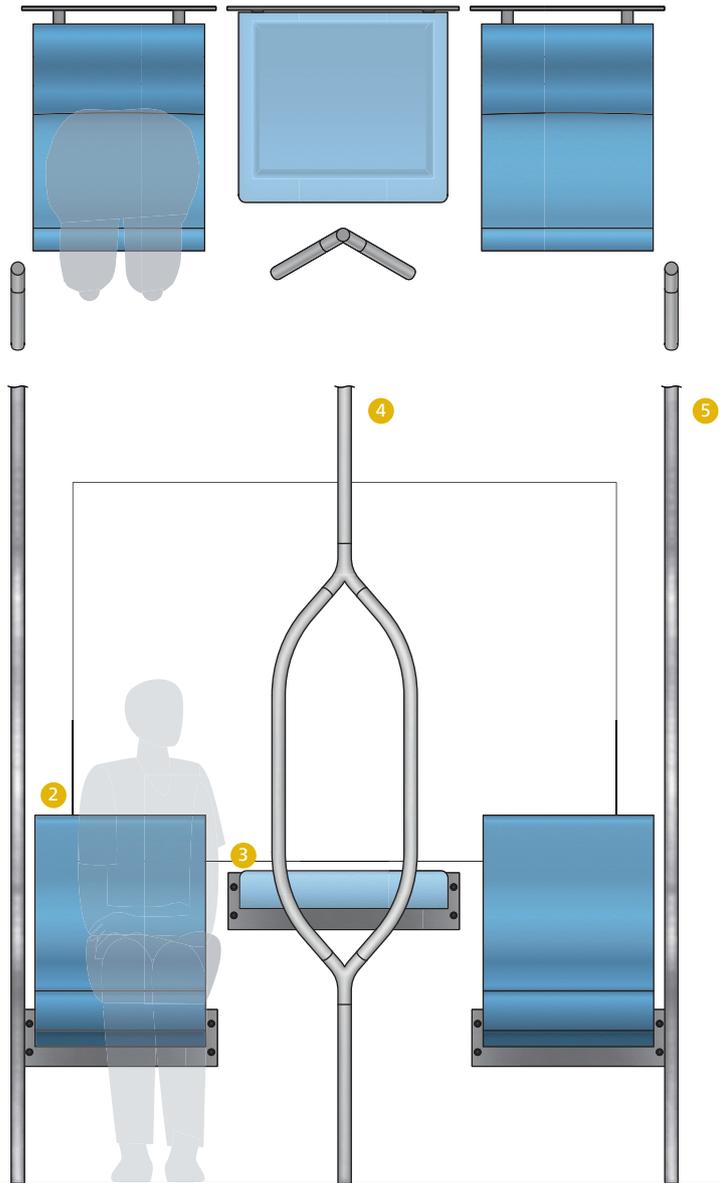


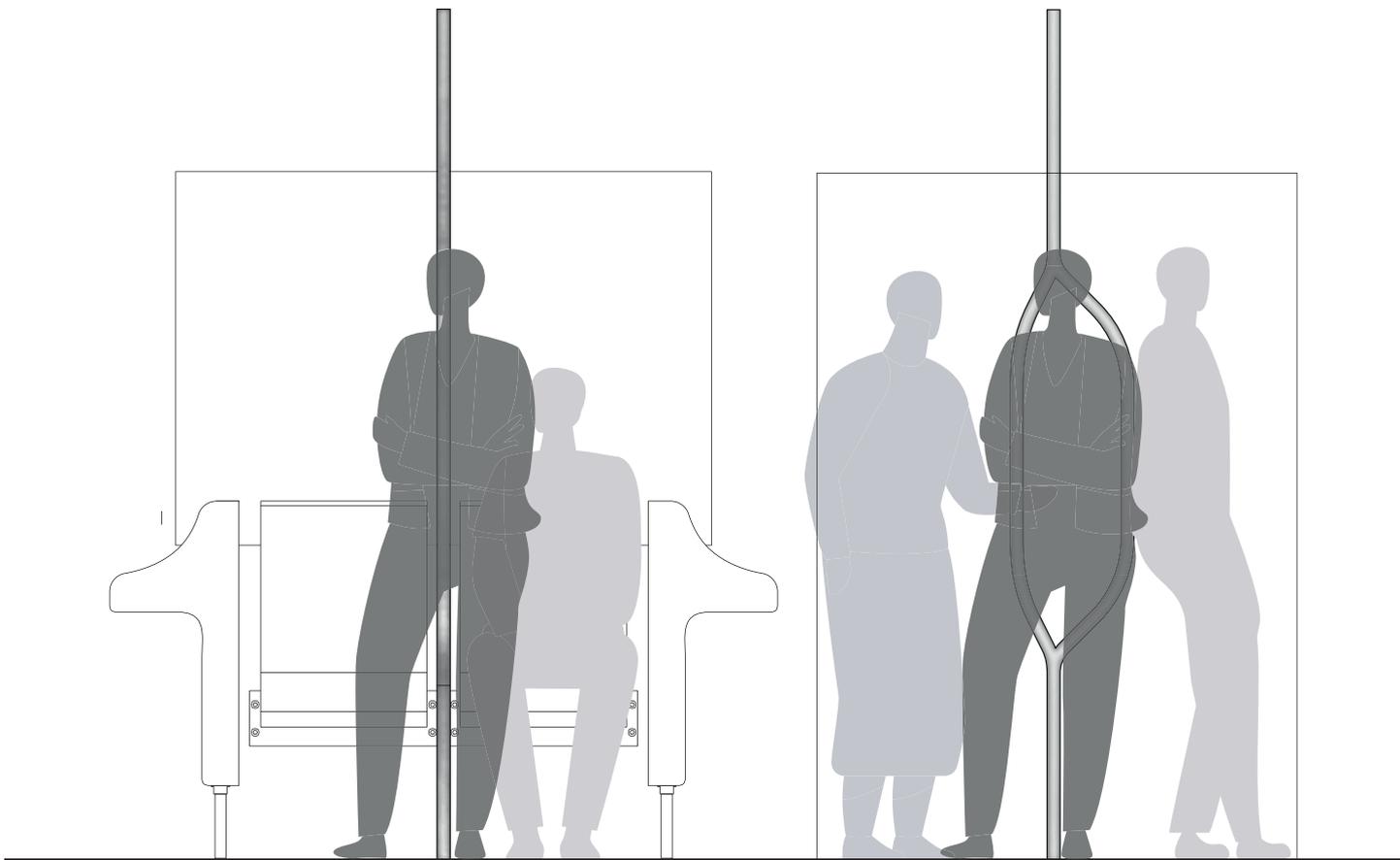
- 1 Supporto in piedi
- 2 Sedile
- 3 Tavolino
- 4 Mancorrente doppio
- 5 Mancorrente singolo

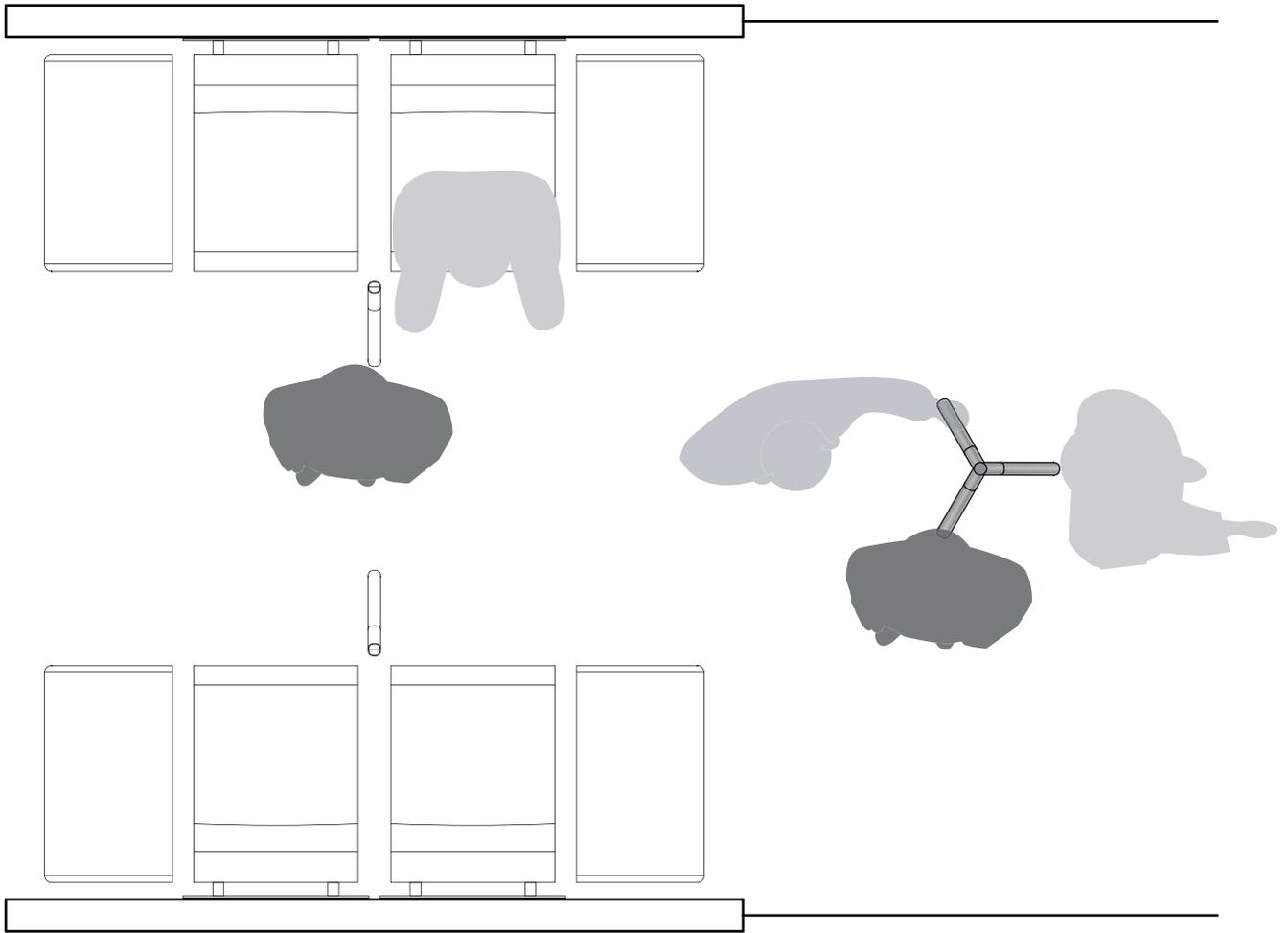




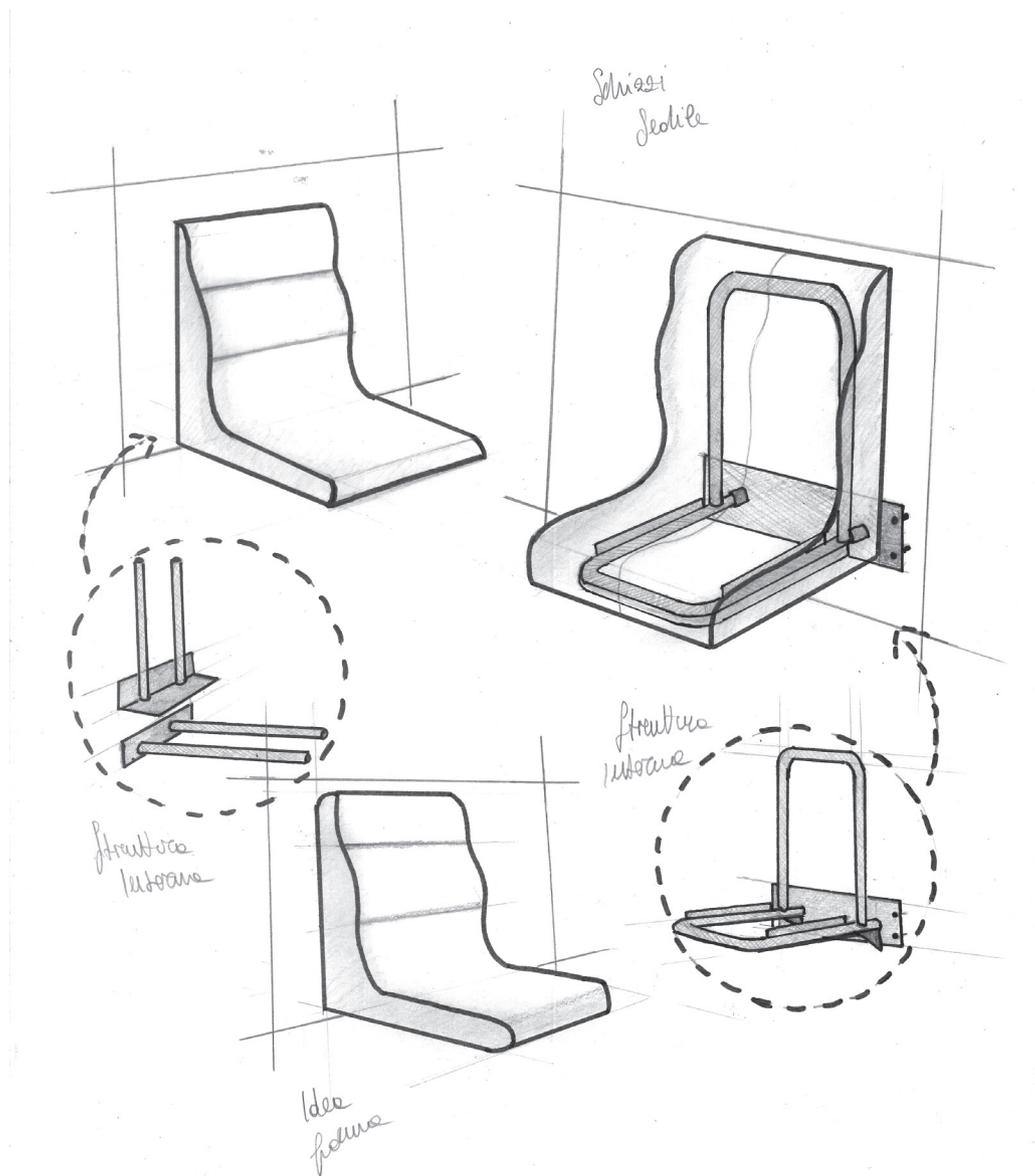








## 8.4 Seduta



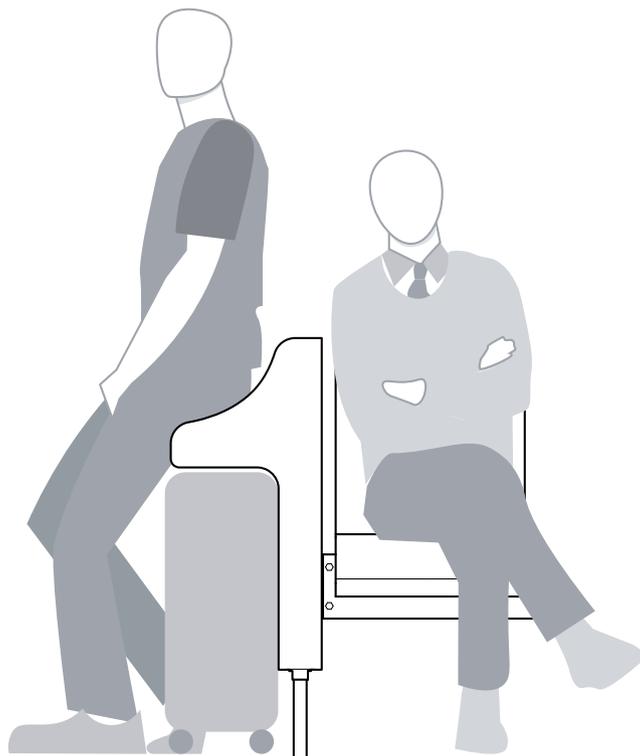
La seduta progettata è pensata in poliuretano espanso autopellante, e dotata di uno spessore di circa 10 cm: dimensione optata per rispondere a necessità sia strutturali che ergonomiche:

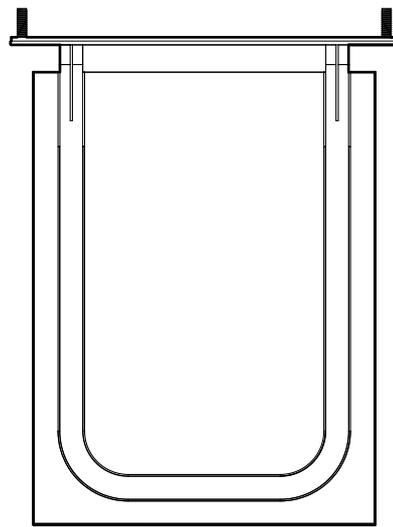
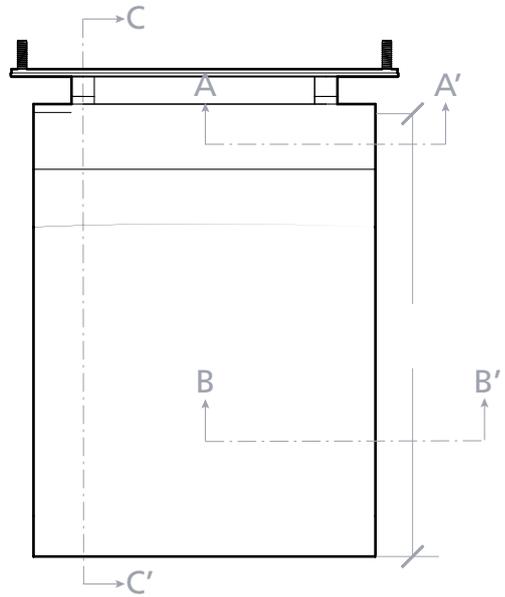
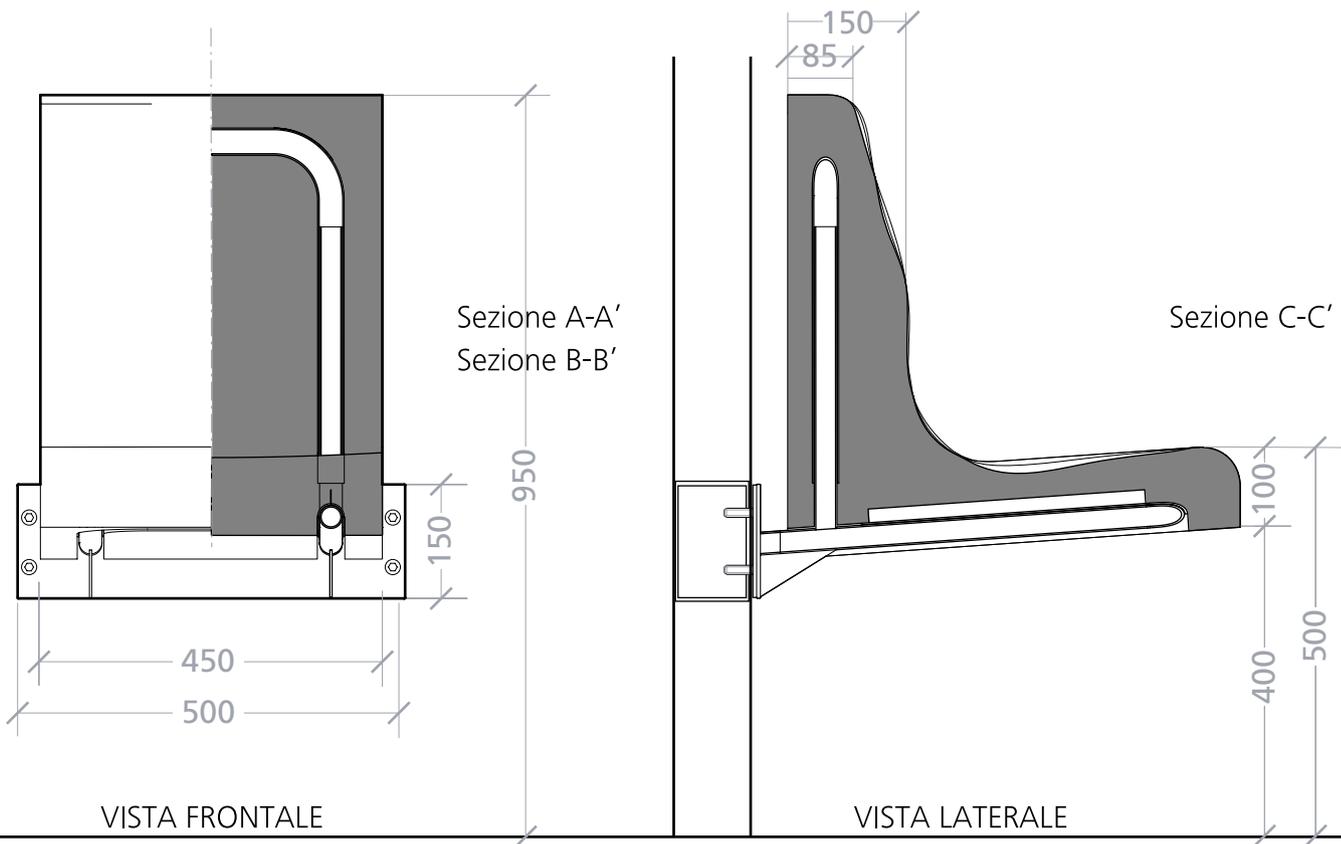
Il sedile, infatti, ospita al suo interno dei tubolari metallici dal diametro esterno di 3,5 cm, i quali sono ad essa costampati.

Come di consueto quando si ricorre a tale tecnica, è fondamentale che il costampato disti almeno 3 cm dai

margini, per garantirne la stabilità. Ai fini ergonomici, invece, tale spessore è necessario a contrastare il peso dell'utente, ed evitarne il contatto con il tubolare metallico.

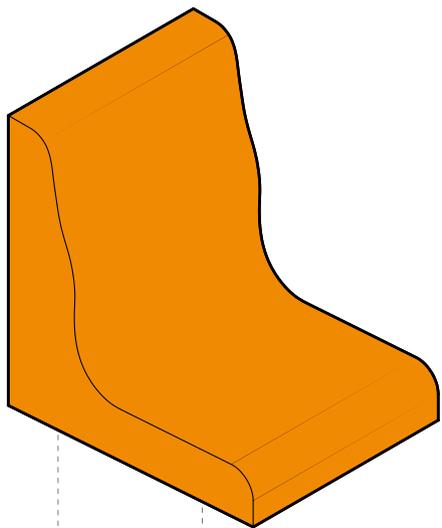
In corrispondenza della zona lombare, la seduta progettata presenta una bombatura di 5 cm, pensata per seguire al meglio la naturale curvatura della colonna vertebrale.





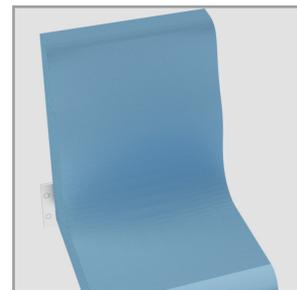
Scala 1:10  
quote in mm

1

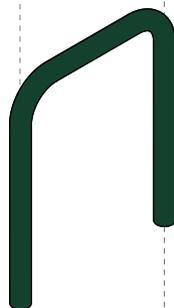


## 1. Supporto in TPU

Materiale: Schiuma poliuretanic  
autopellante  
Trasformazione: Trattamento con ioni  
di Ag, costampaggio a iniezione  
Finitura: Colorazione



2

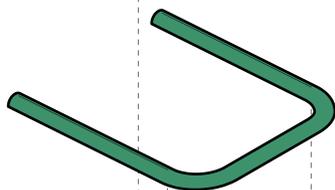


## 2. Controtubo metallico superiore

Materiale: Acciaio Inox  
Trasformazione: Curvatura a freddo,  
costampaggio nel TPU

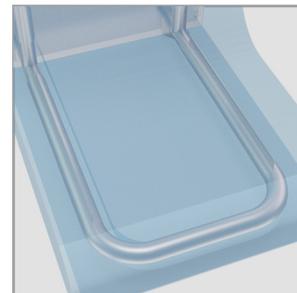


3

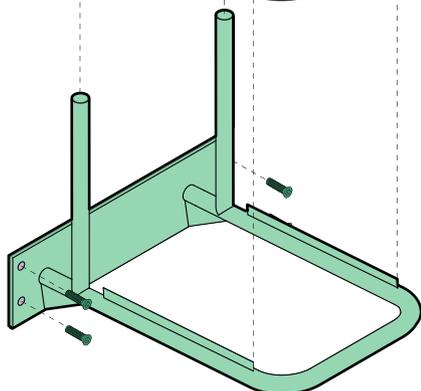


## 3. Controtubo metallico inferiore

Materiale: Acciaio Inox  
Trasformazione: Curvatura a freddo,  
costampaggio nel TPU



4

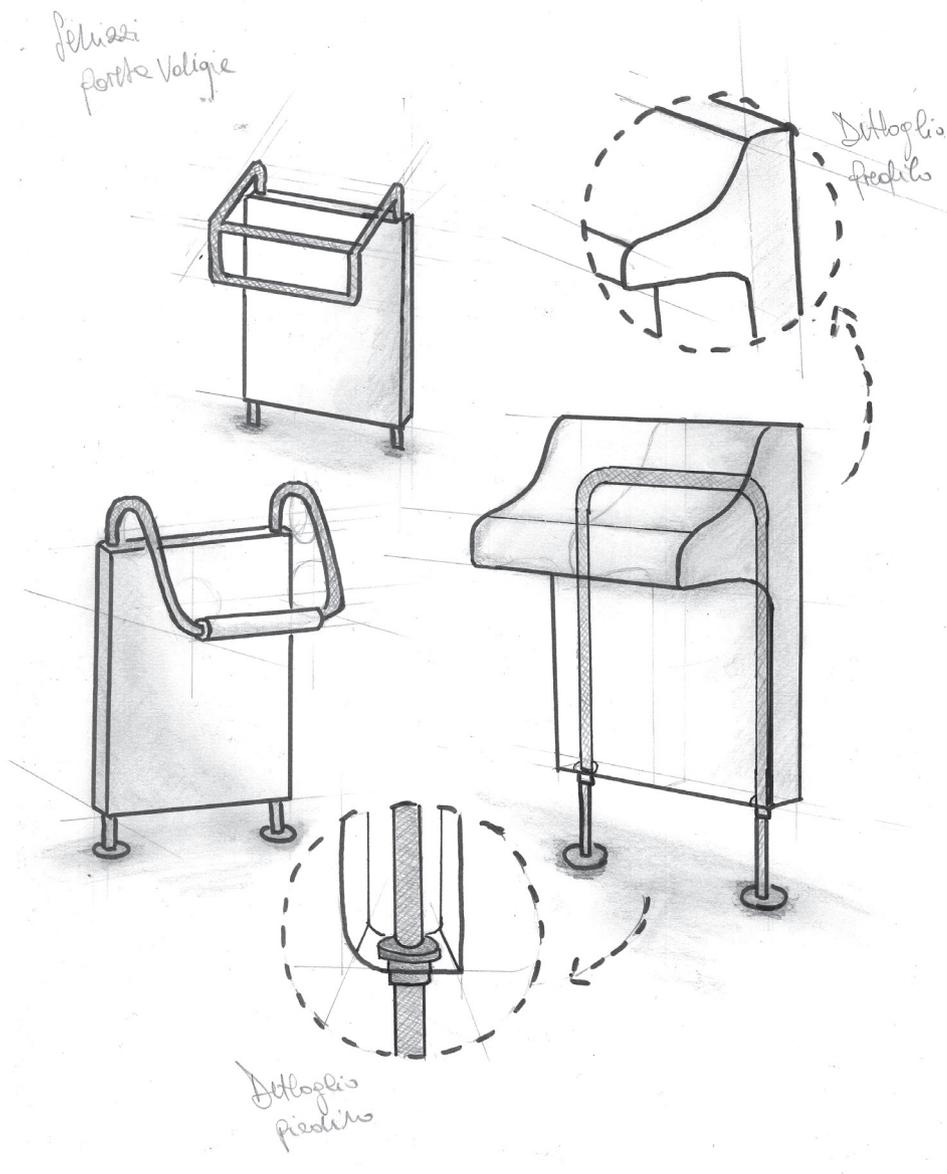


## 4. Struttura di sostegno

Materiale: Acciaio Inox  
Trasformazione: Elettrosaldatura



## 8.5 Supporto in piedi



Il supporto è un elemento progettato per creare ulteriori punti d'appoggio all'interno del mezzo, col fine però, di non ridurre lo spazio a disposizione per le sedute.

Tale elemento, infatti, nasce principalmente in funzione degli utenti che viaggiano in piedi, i quali per rimanere in equilibrio, tendono ad appoggiarsi sulle pareti del mezzo. Tale collocazione però non è ottimale in termini di sicurezza, in quanto le pareti presentano una superficie plastica levigata e scivolosa.

Da qui la scelta di utilizzare anche per questo componente il poliuretano espanso autopellante, la cui superficie leggermente porosa e ruvida, ne garantisce la proprietà antiscivolo.

Anche esso, presenta al suo interno un tubolare costampato in acciaio inox, e pertanto per le motivazioni già esposte, è dotato di uno spessore di 10 cm.

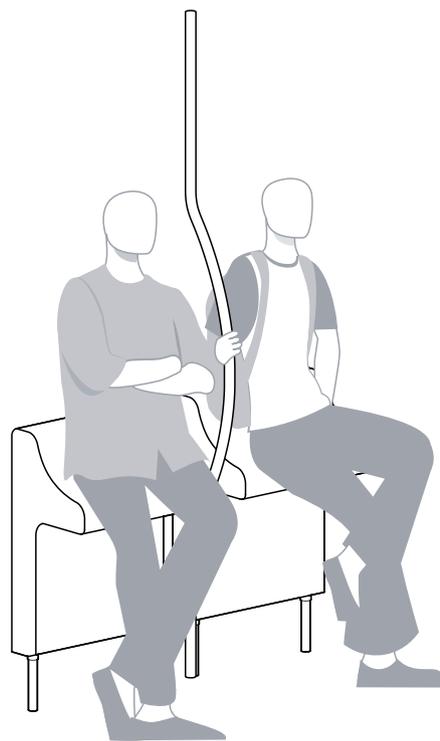
Il punto d'appoggio è stato progettato in modo tale da garantire un supporto confortevole: per questo motivo ha una larghezza notevole, pari a 60 cm, e una profondità totale di 35 cm.

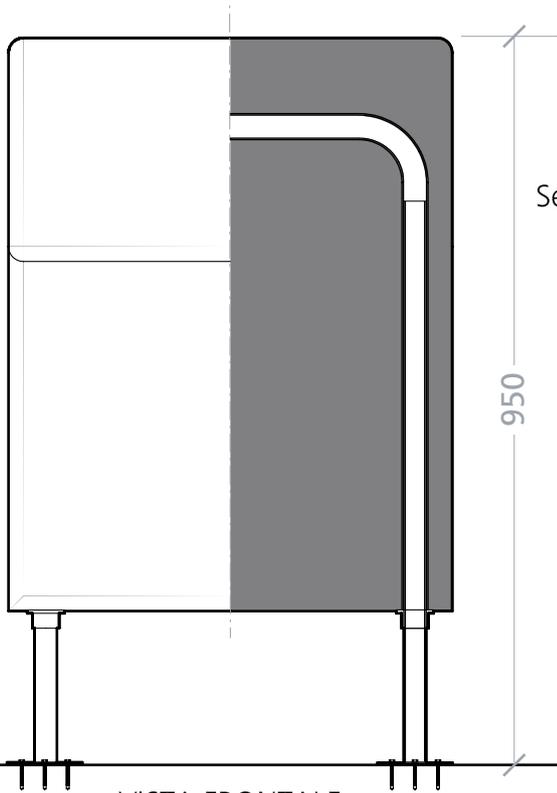
Al di sotto del punto d'appoggio è poi presente un vano, il quale risponde ad un'ulteriore necessità individuata a seguito del questionario: la presenza di un'area dedicata a bagagli ingombranti; tale vano ha infatti una profondità di 25 cm ed un'altezza di 65 cm, ed è in grado di accogliere valigie di piccole e medie dimensioni.

Negli allestimenti dei due mezzi di trasporto analizzati, questo componente è stato disposto in due configurazioni differenti:

Nella prima, il supporto è affiancato al sedile, ma rispetto ad esso ruotato e rivolto frontemarcia e/o spallemarcia, così da garantire che l'utente che lo utilizza sia rivolto di spalle rispetto a chi occupa il sedile, evitando contatti diretti tra i due.

La seconda configurazione invece, utilizzata solo nelle due carrozze più piccole del tram e nell'area del soffietto dell'autosnodato, prevede tale componente rivolto verso il corridoio e ripetuto, in modo tale da creare una zona dedicata ai passeggeri in piedi.

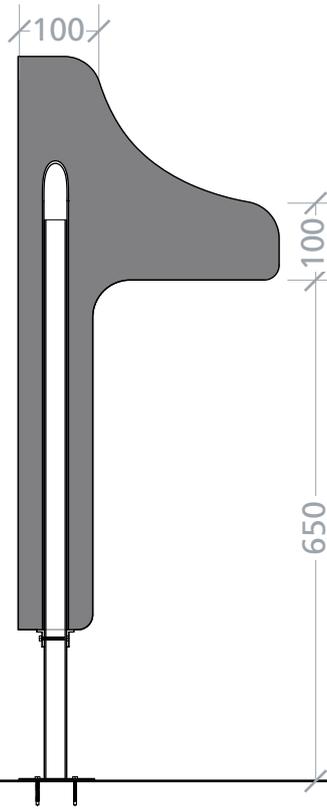




VISTA FRONTALE

Sezione A-A'

950



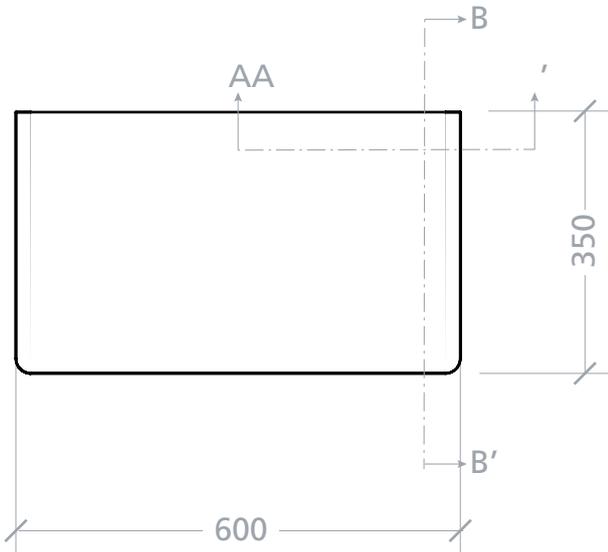
VISTA LATERALE

Sezione B-B'

100

650

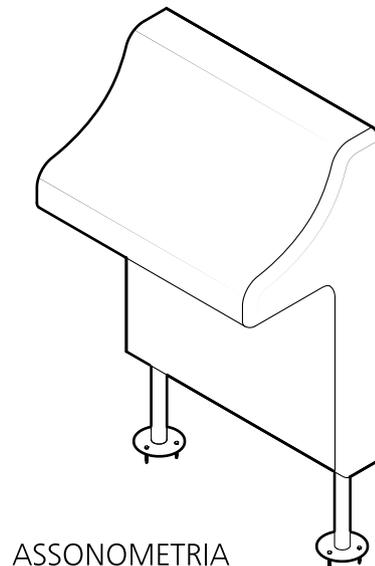
Scala 1:10  
quote in mm



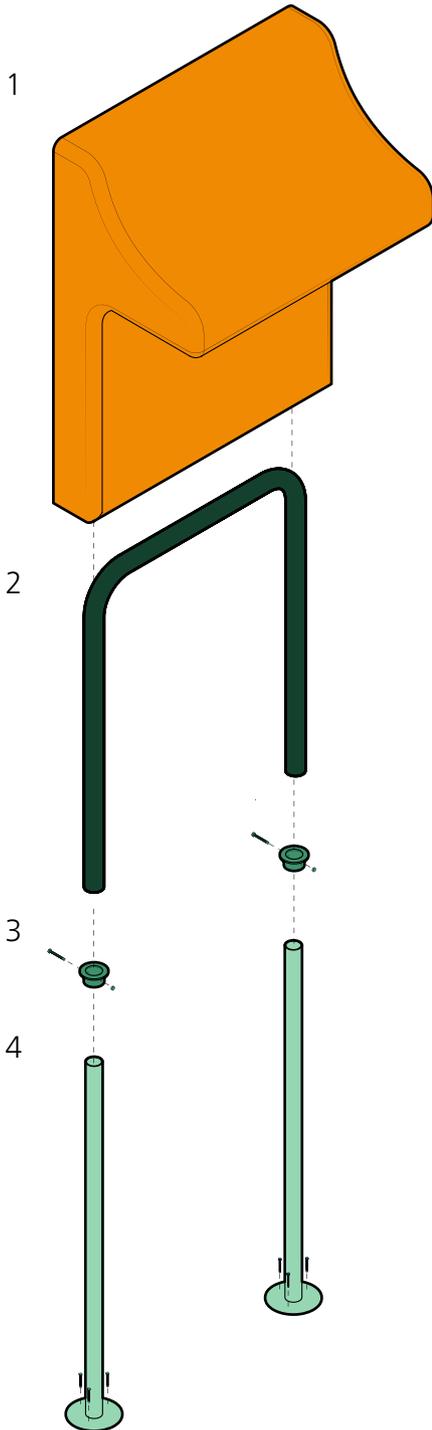
VISTA DALL'ALTO

600

350

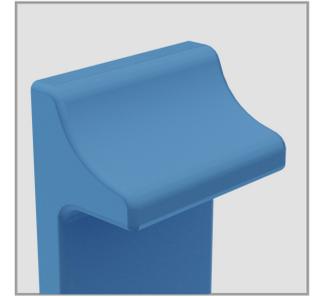


ASSONOMETRIA



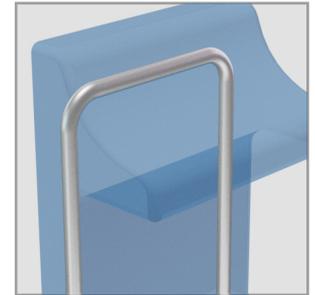
## 1. Supporto in TPU

Materiale: Schiuma poliuretanic  
autopellante  
Trasformazione: Trattamento con ioni  
di Ag, costampaggio a iniezione  
Finitura: Colorazione



## 2. Controtubo metallico

Materiale: Acciaio Inox  
Trasformazione: Curvatura a freddo,  
costampaggio nel TPU



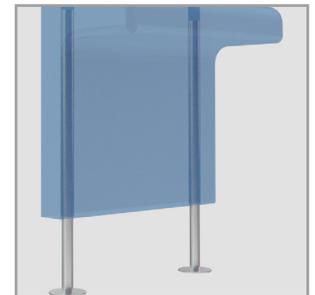
## 4. Canotti:

Materiale: Acciaio Inox  
Semilavorato

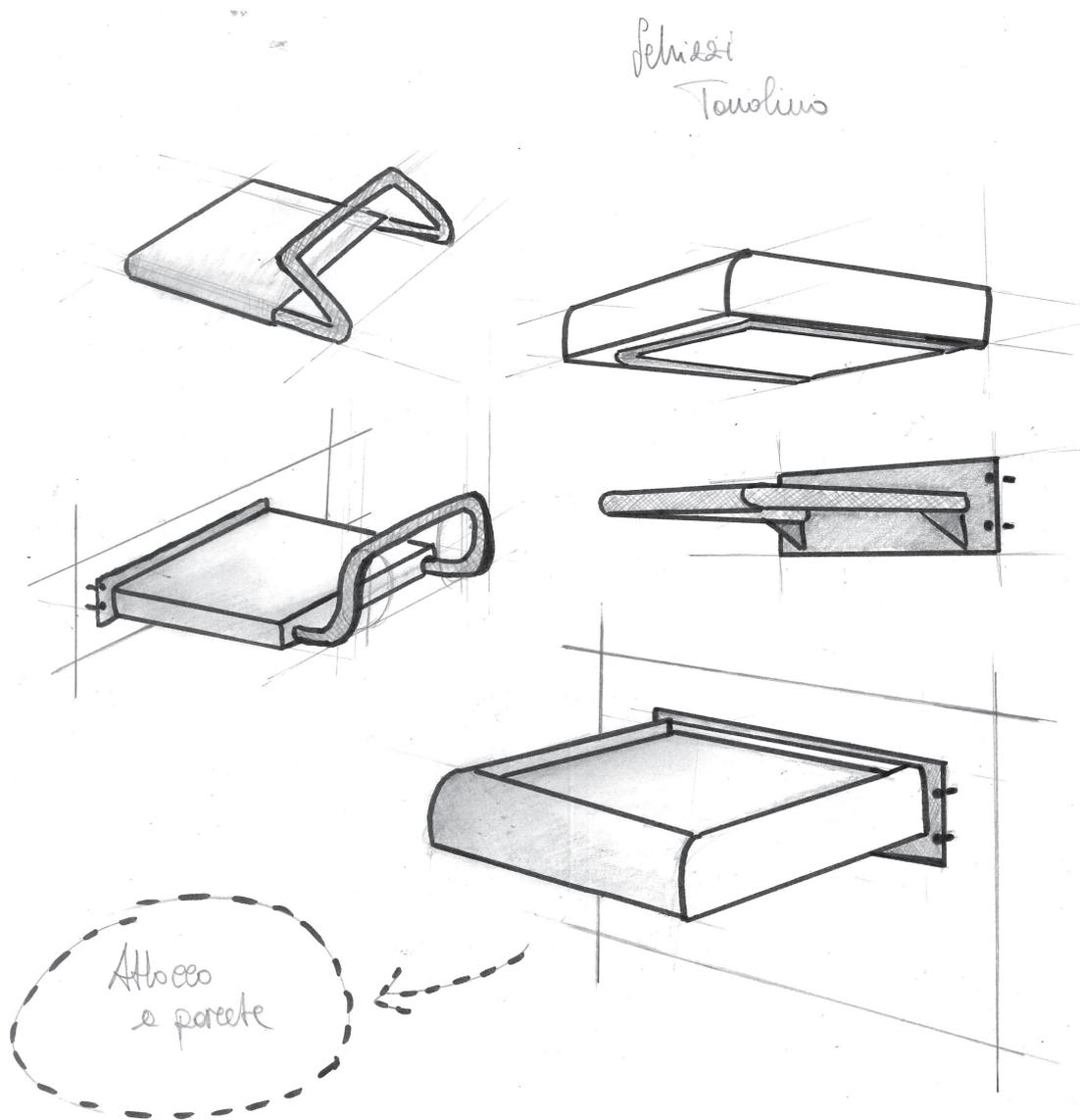


## 3. Tubolari metallici

Materiale: Acciaio Inox  
Trasformazione: Elettrosaldatura



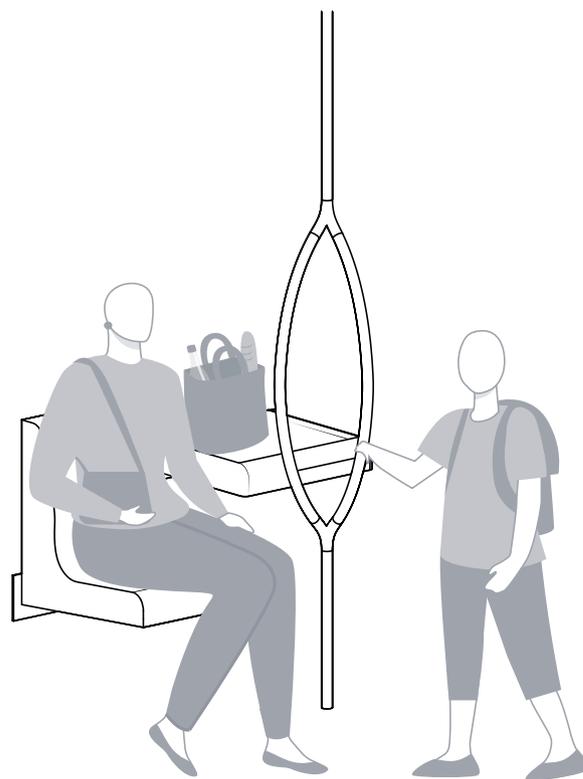
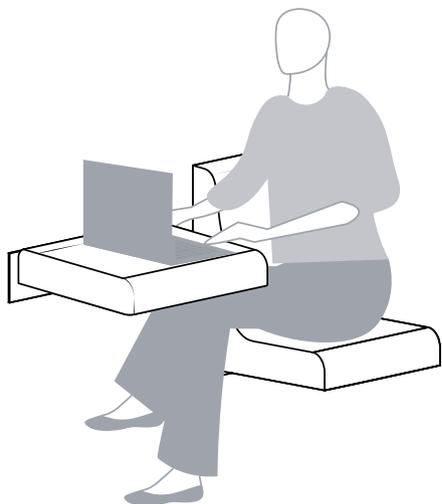
## 8.6 Tavolino

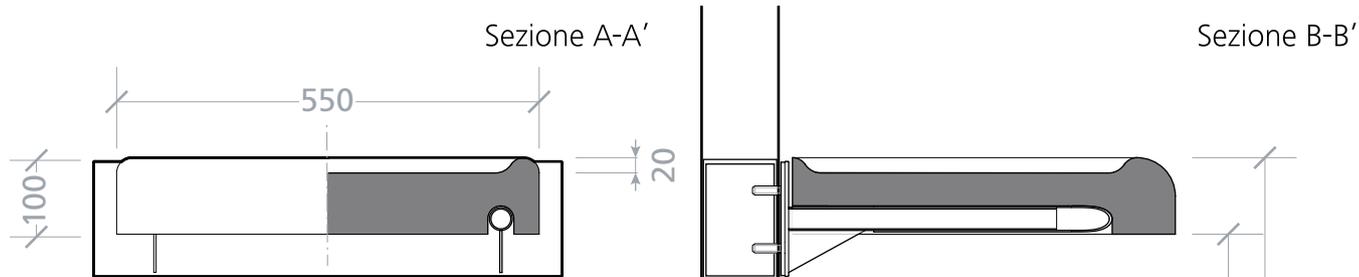


Il tavolino, presenta uno spessore di 10 cm, poichè ugualmente a tutti gli elementi già menzionati, ospita al suo interno un tubolare metallico di diametro pari a 3,5 cm.

L'idea di includere un tavolino nell'allestimento del tram, nasce dall'esigenza di dotare il mezzo di trasporto di specifiche superfici d'appoggio dove i passeggeri possano riporre i propri effetti personali, evitando di

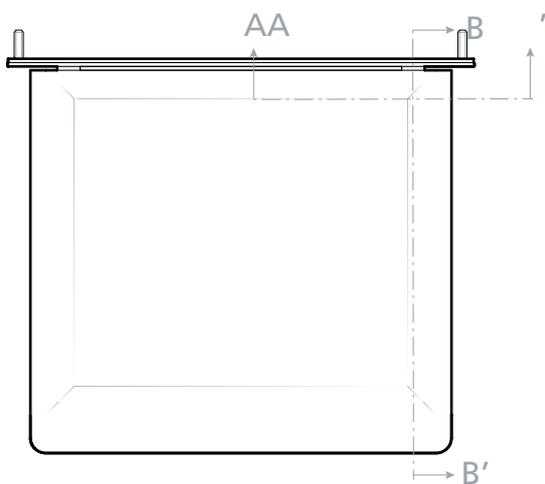
occupare ulteriori postazioni utili ad altri utenti desiderosi di sedersi. Il tavolino, inoltre, è stato progettato per soddisfare l'esigenza emersa dal questionario, di avere una superficie specifica su cui poter lavorare con i propri device. Per tale motivo è stato posizionato ad un'altezza di 70 cm da terra, ossia 20 cm al di sopra della seduta, per garantire lo spazio necessario alle gambe del passeggero.



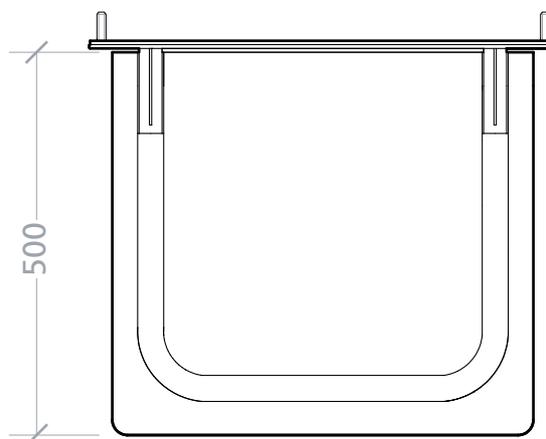


VISTA FRONTALE

VISTA LATERALE



VISTA DALL'ALTO

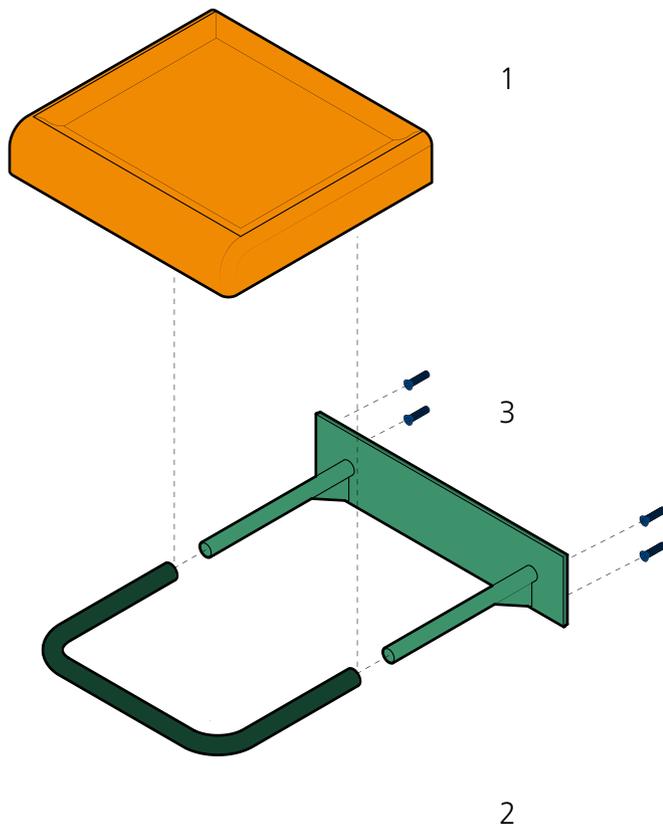
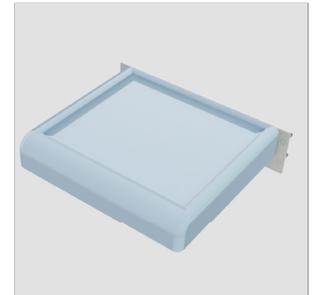


VISTA DAL BASSO

Scala 1:10  
quote in mm

## 1. Supporto in TPU

Materiale: Schiuma poliuretanic  
autopellante  
Trasformazione: Trattamento con ioni  
di Ag, costampaggio a iniezione  
Finitura: Colorazione



## 2. Controtubo metallico

Materiale: Acciaio Inox  
Trasformazione: Curvatura a freddo,  
costampaggio nel TPU

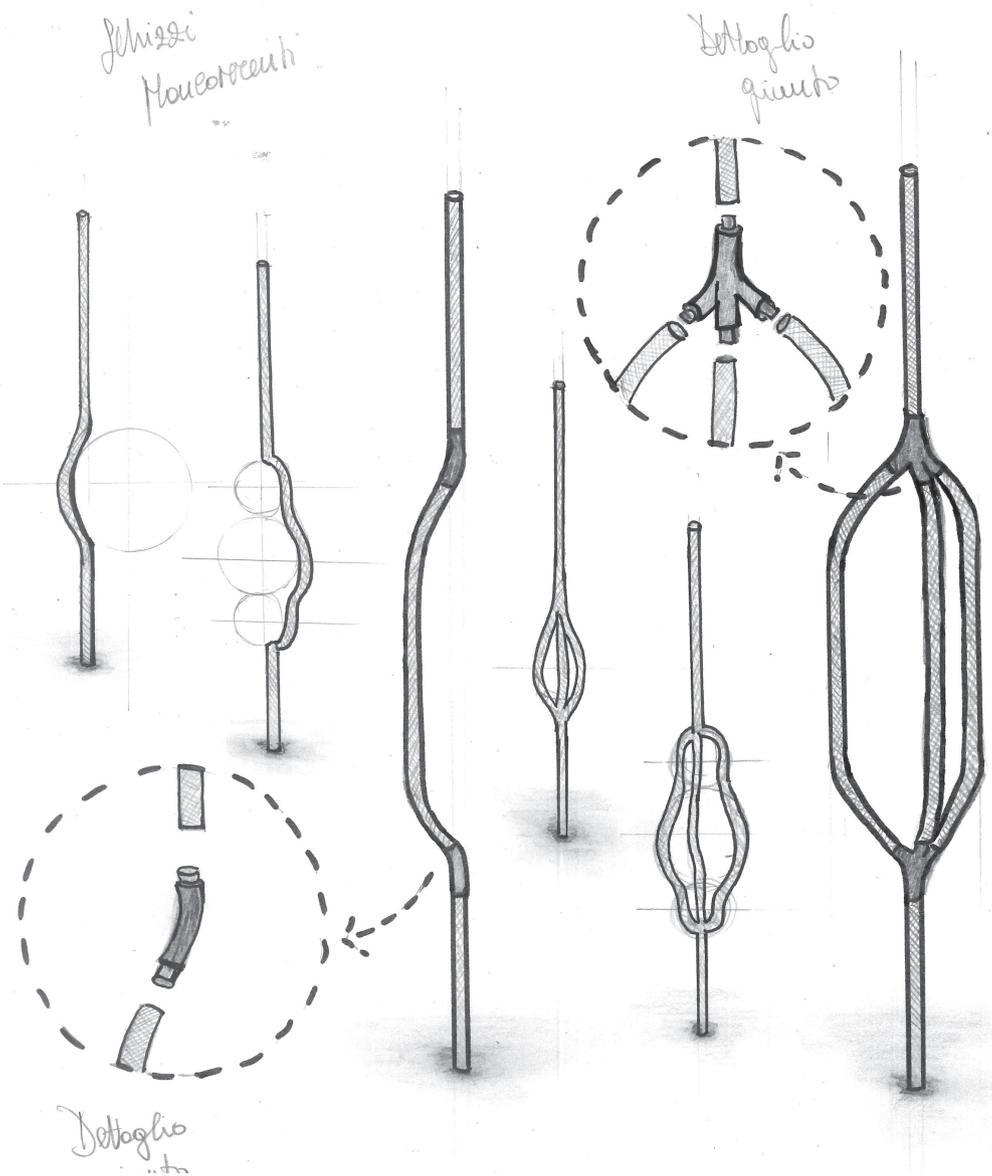


## 3. Struttura di sostegno

Materiale: Acciaio Inox  
Trasformazione: Elettrosaldatura



# 8.7 Mancorrenti



Il mancorrente è un elemento essenziale nella progettazione di un mezzo di trasporto pubblico urbano in quanto contribuisce a rendere l'abitacolo più fruibile e sicuro. Dal questionario che è stato distribuito tra gli utenti del trasporto pubblico urbano, è stato rilevato che viaggiare appoggiandosi ad esso, sia preferibile in termini di igiene, rispetto a sedersi sui sedili, ritenuti generalmente più sporchi.

Un punto che gioca a suo sfavore è , però, la visibilità delle impronte dovuta alla lucidità dell'acciaio.

Per tali ragioni il mancorrente progettato è in acciaio inox satinato, e presenta una curva pensata per permettere a più utenti di usufruire di esso contemporaneamente, garantendo loro una distanza minima di 50 cm.

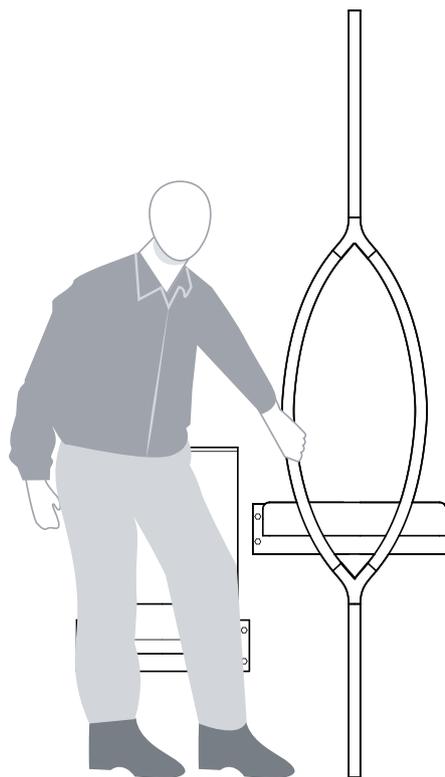
La curva progettata infatti ha una profondità di 20 cm dall'asse centrale, ed è alta circa 1 m: tali dimensioni garantiscono una superficie su cui i passeggeri possano poggiare interamente il tronco, anche nel caso di utenti oltre il 50° percentile di altezza.

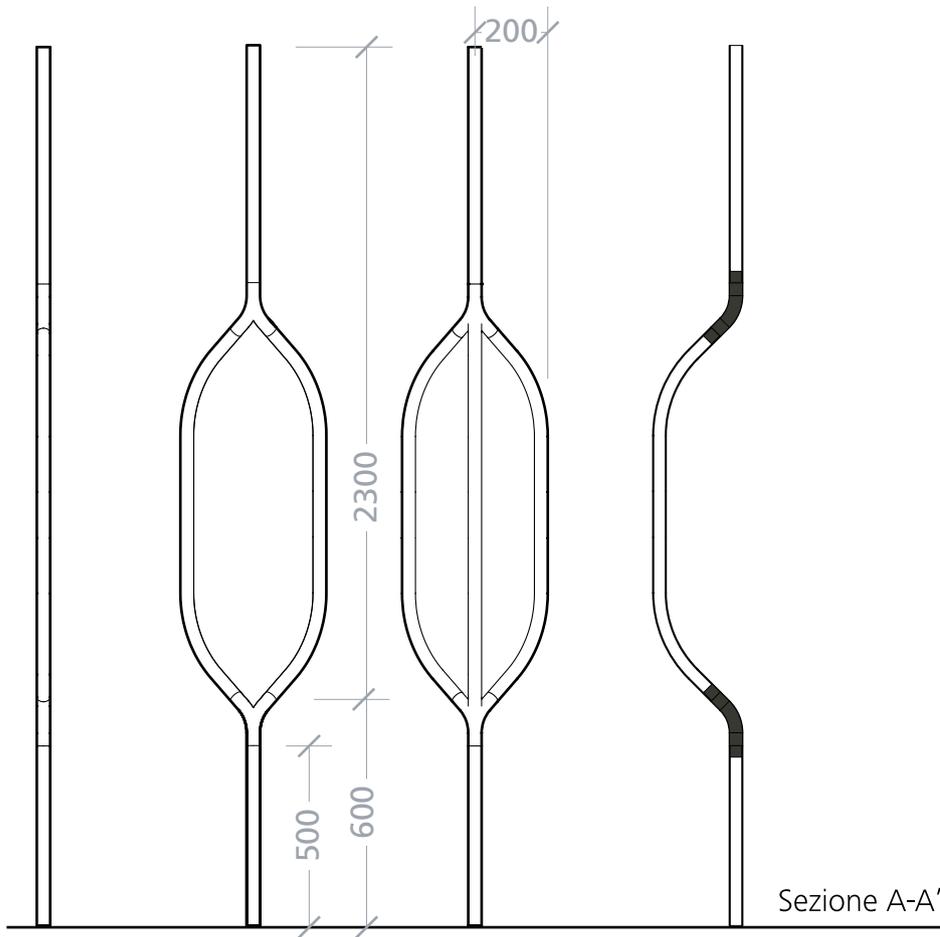
Data l'appetibilità di tale elemento, sono stati distribuiti numerosi mancorrenti all'interno dei mezzi di trasporto pubblico analizzati, e per rispondere alle esigenze strutturali delle postazioni previste, sono state progettate tre tipologie, tutte caratterizzate dallo stesso profilo, che differiscono tra loro per numero di bracci:

- il mancorrente singolo è posto affianco ai sedili, in modo tale da poter essere afferrato sia dai passeggeri in procinto di alzarsi, sia da coloro che viaggiano in

piedi.

- il mancorrente doppio è dotato di due bracci posti a distanza di 40 cm l'uno dall'altro, ed è posto davanti al tavolino collocato tra due sedute, ad una distanza di 5 cm per essere raggiungibile da ambo i lati, e per non occupare troppo spazio nel corridoio.
- il mancorrente triplo, invece è posto in prossimità delle porte.

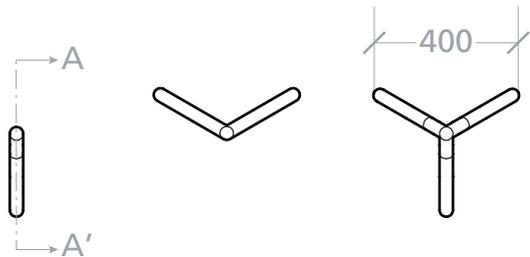




Sezione A-A'

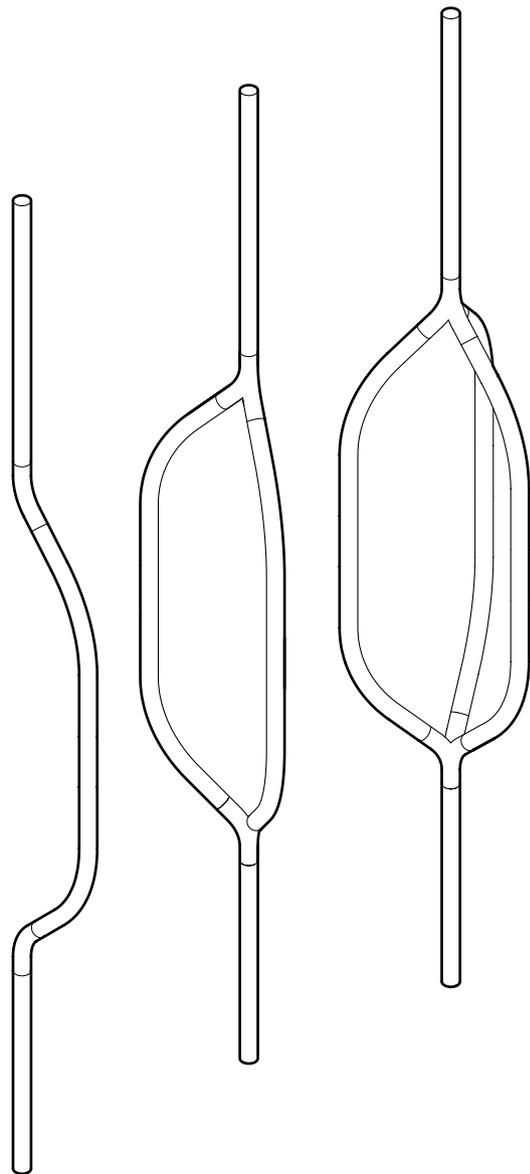
VISTA FRONTALE

VISTA LATERALE



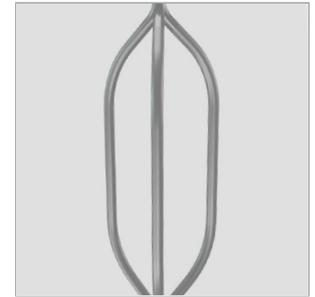
VISTA DALL'ALTO

Scala 1:20  
quote in mm



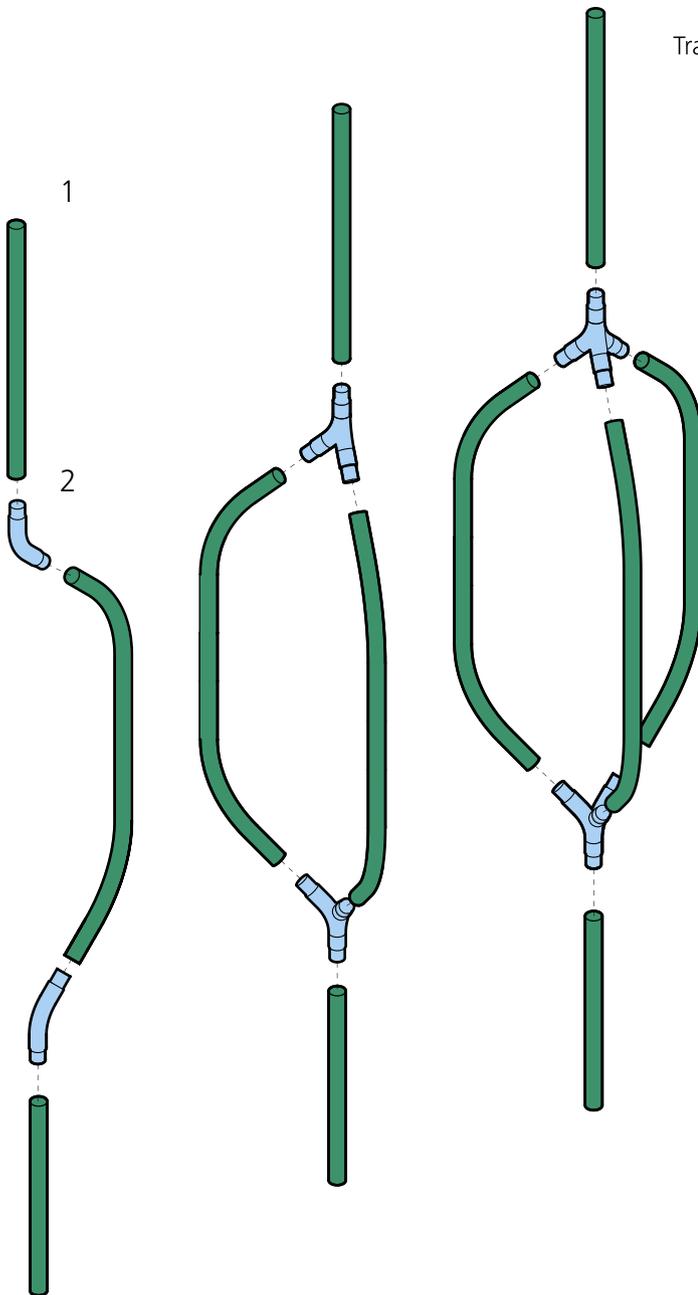
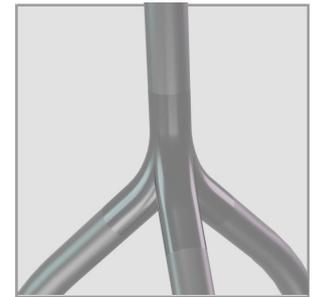
## 1. Tubolari metallici

Materiale: Acciaio Inox  
Trasformazione: Trattamento con ioni di Ag, curvatura a freddo



## 2. Giunto

Materiale: Alluminio  
Trasformazione: Pressofusione, saldobrasatura



## 8.8 Materiali componenti

- In questo paragrafo si riporta una descrizione dettagliata riguardo il processo di selezione che ha portato alla scelta finale dei materiali che definiscono i componenti principali della proposta progettuale. Una prima scrematura è presente nel capitolo 2 dove per ogni componente sono state riportate in tabella i valori circa le proprietà fisiche dei materiali più utilizzati per la loro realizzazione. La scelta effettuata verte su alcuni parametri che hanno facilitato la selezione :
- I requisiti dei componenti stessi, che consentono una prima individuazione grazie alla quale si può scegliere

il o i materiali più idonei atti a rispondervi.

- Le soluzioni più adottate nel mercato di interesse, permettendo così di limitare il campo di ricerca e altresì di esaminare la veridicità e la fattibilità di quanto valutato.
- La semplificazione del processo produttivo, finalizzando la ricerca sull'ottimizzazione dei tempi di produzione e montaggio

L'analisi dei materiali scelti è stata infine completata e verificata sfruttando il software ces edupack.

### Sedile

Scozza principale (TPU)

Struttura ( tubolare, piastra a parete,viti e brugole in acciaio inox)

La fase di concept si è rivelata di fondamentale importanza per quanto riguarda la scelta dei materiali specialmente per la seduta, in quanto, dopo un'attenta ricerca e analisi dei risultati dei sondaggi, è stato posto come obiettivo principale la realizzazione di un sedile che rispondesse ai requisiti di comfort, igiene, sicurezza e che al tempo stesso presentasse elevate prestazioni meccaniche e di durabilità. Inizialmente sono stati presi in esame i principali materiali impiegati per la realizzazione di sedute per i tram e autobus, tra cui il polietilene, il poliuretano, l'abs tutti materiali che presentano un buon

livello di resistenza meccanica , al fuoco e idrorepellenza oltre che facilmente pulibili. La scelta finale è ricaduta sul TPU autopellante, un poliuretano schiumato integrale facente parte della categoria degli espansi flessibili che, a differenza di quest'ultimi si distingue per la sua pelle esterna che presenta un'elevata resistenza allo strappo e una struttura interna definita da cellule piccole e chiuse che attestano l'alta densità e che lo rendono così un materiale semirigido. Il Tpu autopellante pertanto risponde ai requisiti prefissati durante la fase progettuale, in quanto permette di creare una comoda seduta, a

differenza dei comuni polimeri utilizzati, la schiuma poliuretana permette di realizzare superfici a densità differenziata, nel caso specifico si prevede una densità minore collocata nella parte inferiore dello schienale in corrispondenza della zona lombare della colonna vertebrale, è un materiale caratterizzato altresì da elevate prestazioni meccaniche ed è facilmente pulibile. Il sedile è fissato a parete tramite una piastra alla quale sono elettrosaldati, due razze (una per lato) che aumentano la stabilità della seduta scaricando il peso in prossimità del giunto, un tubolare curvato a freddo in acciaio inox sul quale a sua volta sono elettrosaldati due tubolari verticali, lo schienale è inserito sulla struttura portante

## Supporto in piedi

Scocca principale (TPU)

Struttura ( tubolare, piastre ,brugole in acciaio inox)

Il vano portavaligie nasce dalla necessità di risolvere uno dei problemi attualmente presenti nei mezzi di trasporto pubblico urbano, ovvero l'assenza di spazi adibiti appositamente alla sistemazione di bagagli ingombranti. Nella volontà di rispondere all'esigenza dei viaggiatori e di ridurre la congestione all'interno del mezzo, ottimizzando il più possibile lo spazio, anche in questo caso è stato scelto come processo di realizzazione il costampaggio, prevedendo un sistema costituito

e fissato inferiormente attraverso due viti autopercoranti per lato. Nell'ottica di riduzione degli sprechi l'intero sedile è realizzato tramite la tecnica del costampaggio che consente di inglobare all'interno di un unico stampo la miscela di tpu e il tubolare metallico permettendo così la creazione di componenti aventi migliori proprietà funzionali e meccaniche derivanti dalla combinazione dei due materiali. Il processo ha inoltre il vantaggio di ottimizzare i costi, grazie alla creazione di un unico stampo e al dosaggio del materiale, facilita la creazione di componenti più solidi e robusti grazie allo scheletro metallico inglobato oltre che la possibilità di realizzare pezzi a tenuta stagna.

da TPU autopellante, materiale morbido ma al tempo stesso resistente in grado di attutire gli urti, un'anima in acciaio inox curvata a freddo, elettrosaldata a delle piastre metalliche ancorate a terra mediante bulloni. Il profilo del componente consente di creare un vano atto ad accogliere bagagli voluminosi prestandosi inoltre ad essere un comodo punto di appoggio, grazie alla possibilità di realizzare, aumentando la densità del TPU, un supporto pensato per gli utenti in piedi.

## Tavolino

Scocca principale (TPU)

Struttura ( tubolare, piastra a parete ,viti, brugole in acciaio inox)

Un aspetto fondamentale del progetto è la volontà di creare un allestimento uniforme e armonioso, cercando di realizzare componenti non contundenti aumentando così il livello di sicurezza all'interno del mezzo. In quest'ottica, anche il tavolino, pensato come punto di appoggio per effetti personali, è costituito da un elemento principale in schiuma poliuretana autopellante costampata con un

tubolare curvato a freddo in acciaio inox. Il componente è sorretto da una piastra fermata a parete tramite delle brugole, la quale presenta elettrosaldati due razze in acciaio inox e due tubi maschi sui quali il tavolino si infila e infine si fissa inferiormente tramite due viti autopercoranti.

## Mancorrenti

Tubolare curvato (giunto in pressofusione, acciaio inox)

L'allestimento prevede l'inserimento in punti strategici di mancorrenti verticali che fungono sia da supporto che come punti di appoggio per gli utenti che si trovano a viaggiare in piedi. Sono state previste due configurazioni, un mancorrente singolo e un mancorrente a tre bracci, entrambi presentano una struttura in acciaio inox curvata a freddo e dei giunti in pressofusione di alluminio. La pressofusione consente di realizzare pezzi metallici,

anche con forme complesse, in modo veloce e con un ottimo grado di finitura superficiale, per questo si è arrivati infine di scegliere questo tipo di tecnica per la lavorazione del giunto. Il mancorrente è inoltre trattato superficialmente tramite satinatura, che oltre a dargli un aspetto opaco copre gli eventuali difetti superficiali del materiale.

A conclusione di questo capitolo, si specifica inoltre che per ogni componente progettato è previsto un trattamento di sanificazione passiva tramite ioni

d'argento aumentando così il livello di igiene e salubrità all'interno del mezzo.







# SITOGRAFIA E RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

file:///C:/Users/Profilo/Desktop/pdf/Non-collision%20injuries%20in%20urban%20buses%E2%80%94Strategies%20for%20prevention.pdf

file:///C:/Users/User/Downloads/AEMcoppersurfaces.pdf

[http://ansa.it/canale\\_motori/notizie/attualita/2016/08/04/mercedes-future-bus-il-trasporto-urbano-sogno-di-ogni-citta\\_637b488a-7e45-4726-b6f7-3bedddaac63a.html](http://ansa.it/canale_motori/notizie/attualita/2016/08/04/mercedes-future-bus-il-trasporto-urbano-sogno-di-ogni-citta_637b488a-7e45-4726-b6f7-3bedddaac63a.html)

<http://copperalliance.it/uploads/2018/03/faq-rame-antibatterico.pdf>

<http://eprints.adm.unipi.it/39/1/229.pdf>

[http://eprints.hud.ac.uk/id/eprint/19462/1/Newton\\_Crime\\_and\\_PT\\_Final.pdf](http://eprints.hud.ac.uk/id/eprint/19462/1/Newton_Crime_and_PT_Final.pdf)

[http://gtt.to.it/cms/risorse/bdg/23.2020\\_-\\_ACCORDO\\_QUADRO\\_BUS\\_ELETTRICI/AUTOBUS\\_\\_\\_ELETTRICI\\_12\\_m\\_CAPITOLATO.pdf](http://gtt.to.it/cms/risorse/bdg/23.2020_-_ACCORDO_QUADRO_BUS_ELETTRICI/AUTOBUS___ELETTRICI_12_m_CAPITOLATO.pdf)

[http://gtt.to.it/cms/risorse/bdg/23.2020\\_-\\_ACCORDO\\_QUADRO\\_BUS\\_ELETTRICI/AUTOBUS\\_\\_\\_ELETTRICI\\_12\\_m\\_CAPITOLATO.pdf](http://gtt.to.it/cms/risorse/bdg/23.2020_-_ACCORDO_QUADRO_BUS_ELETTRICI/AUTOBUS___ELETTRICI_12_m_CAPITOLATO.pdf)

<http://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/6083/1/IJFTR%2034%283%29%20295-304.pdf>

[http://purehealth.it/files/140623/brochure\\_scientifica\\_pure\\_health\\_a4\\_web.pdf](http://purehealth.it/files/140623/brochure_scientifica_pure_health_a4_web.pdf)

[http://www.appalti.provincia.tn.it/binary.php/pat\\_pi\\_bandi\\_new/bandi/Nuovo\\_CAPITOLATO\\_TECNICO\\_URBANI\\_EURO\\_VI\\_11\\_12\\_M\\_rev\\_2.1552657165.pdf](http://www.appalti.provincia.tn.it/binary.php/pat_pi_bandi_new/bandi/Nuovo_CAPITOLATO_TECNICO_URBANI_EURO_VI_11_12_M_rev_2.1552657165.pdf)

[http://www.archivio.uicuneo.it/domain/allegati/2017/marzo/Confindustria%20-%20osservazioni%20biossido%20di%20titanio\\_REV%2007.03.17.pdf](http://www.archivio.uicuneo.it/domain/allegati/2017/marzo/Confindustria%20-%20osservazioni%20biossido%20di%20titanio_REV%2007.03.17.pdf)

[http://www.arstspa.info/NEG/2017/48/Allegato\\_A1\\_Caratteristiche\\_tecniche\\_dei\\_veicoli.pdf](http://www.arstspa.info/NEG/2017/48/Allegato_A1_Caratteristiche_tecniche_dei_veicoli.pdf)

[http://www.bteam.com/reports/Transit\\_bus\\_design\\_focus\\_groups.pdf](http://www.bteam.com/reports/Transit_bus_design_focus_groups.pdf)

<http://www.exquicity.be/en/#carousel-1766>

[http://www.fedoa.unina.it/4242/1/TESI\\_DI\\_DOTTORATO\\_ING\\_PASQUALE\\_IANNOTTI.pdf](http://www.fedoa.unina.it/4242/1/TESI_DI_DOTTORATO_ING_PASQUALE_IANNOTTI.pdf)

[http://www.fedoa.unina.it/8084/1/Ripa\\_Raffaella\\_23.pdf](http://www.fedoa.unina.it/8084/1/Ripa_Raffaella_23.pdf)

[http://www.gelosobus.it/Bandi%20e%20gare/01\\_Allegato%20A%20-%20CAPITOLATO%20TECNICO%2012m%20Geloso.pdf](http://www.gelosobus.it/Bandi%20e%20gare/01_Allegato%20A%20-%20CAPITOLATO%20TECNICO%2012m%20Geloso.pdf)

[http://www.gtt.to.it/cms/risorse/bdg/154.2018\\_-\\_ACCORDO\\_QUADRO\\_FORNITURA\\_TRAM/CAPITOLATO\\_TRAM\\_22.10.2018\\_X\\_SITO.pdf](http://www.gtt.to.it/cms/risorse/bdg/154.2018_-_ACCORDO_QUADRO_FORNITURA_TRAM/CAPITOLATO_TRAM_22.10.2018_X_SITO.pdf)

[http://www.gtt.to.it/cms/risorse/bdg/154.2018\\_-\\_ACCORDO\\_QUADRO\\_FORNITURA\\_TRAM/CAPITOLATO\\_TRAM\\_22.10.2018\\_X\\_SITO.pdf](http://www.gtt.to.it/cms/risorse/bdg/154.2018_-_ACCORDO_QUADRO_FORNITURA_TRAM/CAPITOLATO_TRAM_22.10.2018_X_SITO.pdf)

[http://www.gtt.to.it/cms/risorse/gruppo/veicoli/parco\\_veicoli\\_tpl.pdf](http://www.gtt.to.it/cms/risorse/gruppo/veicoli/parco_veicoli_tpl.pdf)

<http://www.junyasumoto.com/#/train-interior/>

<http://www.rivestimentispeciali.it/wp-content/uploads/2014/07/Silver-Ion-brochure-italiano.pdf>

[http://www.salute.gov.it/portale/news/p3\\_2\\_1\\_1\\_1.jsp?lingua=italiano&menu=notizie&p=dalministero&id=4778](http://www.salute.gov.it/portale/news/p3_2_1_1_1.jsp?lingua=italiano&menu=notizie&p=dalministero&id=4778)

[http://www.soc.chim.it/sites/default/files/chimind/pdf/2006\\_10\\_60\\_ca.pdf](http://www.soc.chim.it/sites/default/files/chimind/pdf/2006_10_60_ca.pdf)

[http://www.somnium.it/aloe\\_vera.php](http://www.somnium.it/aloe_vera.php)

<http://www.stgcampus.it/wp-content/uploads/2020/07/ND-LUGLIO-AGOSTO-2020.pdf>

<http://www.tplitalia.it/GTT/Articoli/GTT-PresentazioneAutobusMercedesCNG/DepGerbido/Int-06-800.jpg>

<http://www.tramroma.com/common/letteratura/docs/vigano.htm>

<http://www.transedconferences.com/Traned2007/pages/1129.htm>

<https://accademiadellacrusca.it/it/parole-nuove/distanziamento-sociale/18462#:~:text=Le%20misure%20di%20distanziamento%20sociale,trasmissione%20da%20persona%20a%20persona.>

<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/329438/9789241516839-eng.pdf?ua=1>

[https://books.google.it/books?hl=it&lr=&id=4pU-DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT24&ots=6j1xUL8XCQ&sig=dS3HYMca1m8c8lW5SNybkI5sJVw&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.it/books?hl=it&lr=&id=4pU-DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT24&ots=6j1xUL8XCQ&sig=dS3HYMca1m8c8lW5SNybkI5sJVw&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)

[https://civitas.eu/sites/default/files/civitas\\_ii\\_policy\\_advice\\_notes\\_11\\_public\\_transport\\_quality\\_it.pdf](https://civitas.eu/sites/default/files/civitas_ii_policy_advice_notes_11_public_transport_quality_it.pdf)

<https://core.ac.uk/download/pdf/212686323.pdf>

<https://core.ac.uk/download/pdf/41174771.pdf>

<https://core.ac.uk/download/pdf/41174771.pdf>

<https://core.ac.uk/download/pdf/41174771.pdf>

<https://core.ac.uk/download/pdf/41336442.pdf>

---

<https://core.ac.uk/download/pdf/82063613.pdf>

<https://covid19.apple.com/mobility>

<https://designawards.core77.com/Furniture-Lighting/32596>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Standard-gauge\\_railway](https://en.wikipedia.org/wiki/Standard-gauge_railway)

<https://gajitz.com/off-the-tracks-suspended-commuter-train-gives-directions/>

<https://ifworlddesignguide.com/entry/165189-multi-handle>

<https://ilfattoalimentare.it/coronavirus-bambino-gesu.html>

[https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52409/PAHOPHECPICOVID-19200025\\_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52409/PAHOPHECPICOVID-19200025_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[https://it.wikipedia.org/wiki/Autobus#Normativa\\_europea](https://it.wikipedia.org/wiki/Autobus#Normativa_europea)

<https://it.wikipedia.org/wiki/Autosnodato#:~:text=Un%20autosnodato%20o%20autobus%20articolato,passeggeri%20tra%20le%20due%20parti%2C>

[https://it.wikipedia.org/wiki/Bacillus\\_anthraxis](https://it.wikipedia.org/wiki/Bacillus_anthraxis)

<https://it.wikipedia.org/wiki/COVID-19>

[https://it.wikipedia.org/wiki/Ginkgo\\_biloba#Propriet%C3%A0\\_medicinali](https://it.wikipedia.org/wiki/Ginkgo_biloba#Propriet%C3%A0_medicinali)

[https://it.wikipedia.org/wiki/Scartamento\\_metrico](https://it.wikipedia.org/wiki/Scartamento_metrico)

<https://it.wikipedia.org/wiki/Tram>

<https://iuva.org/IUVA-Fact-Sheet-on-UV-Disinfection-for-COVID-19>

<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0076968>

<https://juniperpublishers.com/ctfjte/pdf/CTFTE.MS.ID.555646.pdf>

<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12529-010-9083-z>

<https://link.springer.com/article/10.1057/s41289-021-00151-z>

<https://login.ezproxy.biblio.polito.it/login?qurl=https://www.sciencedirect.com%2fscience%2farticle%2fpii%2f0003687078902582>

[https://lucyhenley.shinyapps.io/CardiffMATHBIO\\_NERCHackathonTwo\\_PublicTransport/](https://lucyhenley.shinyapps.io/CardiffMATHBIO_NERCHackathonTwo_PublicTransport/)

<https://mashable.com/2016/07/18/mercedes-benz-future-bus-citypilot/?europe=true#jphls3eqoqqx>

<https://mbio.asm.org/content/6/6/e01697-15#ref-20>

<https://meridian.allenpress.com/radiation-research/article/187/4/493/192663/Germicidal-Efficacy-and-Mammalian-Skin-Safety-of>

[https://mit.gov.it/sites/default/files/media/notizia/2020-04/MIT\\_LINEE\\_GUIDA\\_INFORMAZIONE\\_UTENTI\\_TPL.pdf](https://mit.gov.it/sites/default/files/media/notizia/2020-04/MIT_LINEE_GUIDA_INFORMAZIONE_UTENTI_TPL.pdf)

<https://news.sky.com/story/coronavirus-why-public-transport-could-be-safer-than-we-thought-12091657>

<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d8730fbc-157e-11e5-8817-01aa75ed71a1/language-it/format->

PDFA1A

<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d8730fbc-157e-11e5-8817-01aa75ed71a1/language-it/format-PDFA1A>

<https://pagellapolitica.it/dichiarazioni/8737/trasporti-e-contagi-lautorevole-studio-della-ministra-de-micheli-non-esiste>

<https://scienze.fanpage.it/mezzi-pubblici-e-scarso-igiene-i-giovani-italiani-hanno-sempre-piu-paura-di-infezioni-e-verruche/>

<https://staging.cityrailways.com/news/genova-24m/>

<https://staging.cityrailways.com/news/genova-24m/>

[https://static.dezeen.com/uploads/2020/06/Arrival\\_Bus\\_Launch\\_sq-1.gif](https://static.dezeen.com/uploads/2020/06/Arrival_Bus_Launch_sq-1.gif)

<https://theconversation.com/social-distancing-is-making-public-transport-worse-for-the-environment-than-cars-heres-how-to-fix-it-142299#:~:text=While%20more%20people%20opt%20for,one%20to%20two%20metres%20apart.>

<https://trips-project.eu/wp-content/uploads/2020/10/TRIPS-D3.2-Report-on-Digital-Technology-Trends-Impacts-and-Related-Policies-1.pdf>

<https://webthesis.biblio.polito.it/9361/1/tesi.pdf>

<https://www.altroconsumo.it/vita-privata-famiglia/viaggi-tempo-libero/news/inchiesta-sicurezza>

<https://www.asp.asti.it/wp-content/uploads/2018/03/5-Capitolato-Tecnico-Cort-Def-20febr.pdf>

<https://www.asp.asti.it/wp-content/uploads/2018/03/5-Capitolato-Tecnico-Cort-Def-20febr.pdf>

[https://www.ausl.fe.it/azienda/dipartimenti/sanita-pubblica/servizio-prevenzione-sicurezza-ambienti-di-lavoro/materiale-informativo/corso-formatori-06-ottobre-2015/1-progettazione-ergonomica\\_broccoli](https://www.ausl.fe.it/azienda/dipartimenti/sanita-pubblica/servizio-prevenzione-sicurezza-ambienti-di-lavoro/materiale-informativo/corso-formatori-06-ottobre-2015/1-progettazione-ergonomica_broccoli)

<https://www.autobusweb.com/un-protocollo-per-il-contenimento-del-covid-19-nel-trasporto-sanificazione-degli-autobus-un-imperativo/>

<https://www.autobusweb.com/van-hool-exquicity/>

<https://www.autobusweb.com/wp-content/uploads/2020/03/Linee-Guida-trasporti-e-logistica.pdf>

[https://www.autorita-trasporti.it/wp-content/uploads/2020/07/Indagine\\_Mobilit%C3%A0\\_ART.pdf](https://www.autorita-trasporti.it/wp-content/uploads/2020/07/Indagine_Mobilit%C3%A0_ART.pdf)

[https://www.autorita-trasporti.it/wp-content/uploads/2020/07/Indagine\\_Mobilit%C3%A0\\_ART.pdf](https://www.autorita-trasporti.it/wp-content/uploads/2020/07/Indagine_Mobilit%C3%A0_ART.pdf)

<https://www.behance.net/gallery/4909685/BOMBARDIER-FLEXITY-2-Gold-Coast-Australia>

<https://www.businessinsider.com/arturo-tesdeschis-coronavirus-tram-design-for-milan-2020-6?IR=T#geometric-designs-on-the-floor-also-signal-a-safe-distance-to-maintain-between-passengers->

<https://www.businessinsider.com/mercedes-future-bus-city-pilot-photos-features-2016-7?IR=T#the-experience-inside-a-self-driving-bus-shouldnt-be-the-same-as-the-experience-in-a-normal-bus-so-mercedes-gave-its-future-bus-an-awesome-lounge-like-design-7>

<https://www.bva-doxa.com/le-attivita-e-i-timori-degli-italiani-durante-e-dopo-il-lockdown>

<https://www.cdp.it/resources/cms/documents/TPL-08.pdf>

<https://www.cell.com/action/showPdf?pii=S2405-4712%2815%2900014-9>

---

<https://www.cipierresrl.it/news/estintori-autobus-come-e-cambiata-la-normativa-1>

<https://www.cnet.com/roadshow/pictures/arrival-electric-bus-social-distancing-coronavirus/6/>

<https://www.coloplast.com/products/wound/articles/silver-a-powerful-weapon-against-microbes/>

<https://www.cooperativapictor.it/pulizia-e-sanificazione-differenza/>

[https://www.corriere.it/esteri/20\\_novembre\\_01/lockdown-europa-mappa-74476832-1c14-11eb-a718-cfe9e36fab58.shtml](https://www.corriere.it/esteri/20_novembre_01/lockdown-europa-mappa-74476832-1c14-11eb-a718-cfe9e36fab58.shtml)

[https://www.corriere.it/salute/malattie\\_infettive/20\\_marzo\\_10/coronavirus-nell-aria-30-minuti-puo-viaggiare-45-metri-chiuso-burioni-studio-aneddotico-bf0fb582-62aa-11ea-a693-c7191bf8b498.shtml](https://www.corriere.it/salute/malattie_infettive/20_marzo_10/coronavirus-nell-aria-30-minuti-puo-viaggiare-45-metri-chiuso-burioni-studio-aneddotico-bf0fb582-62aa-11ea-a693-c7191bf8b498.shtml)

<https://www.daimler.com/innovation/autonomous-driving/future-bus.html>

<https://www.danielegiudici.it/coronavirus/distanza-contagio-tosse-respiro/>

<https://www.designboom.com/design/priestmangoode-social-distancing-public-transport-05-21-2020/>

<https://www.dexigner.com/news/33284>

<https://www.dezeen.com/2020/06/17/arrival-electric-bus-social-distancing-coronavirus/>

<https://www.dezeen.com/2020/07/16/arturo-teseschi-passerella-social-distancing-tram-design/>

<https://www.dottnet.it/articolo/31334/dopo-covid-cresce-l-attenzione-per-l-igiene-/>

[https://www.eltis.org/sites/default/files/case-studies/documents/2013\\_07\\_paietta.pdf](https://www.eltis.org/sites/default/files/case-studies/documents/2013_07_paietta.pdf)

[https://www.erboristeriacobaleno.com/files/argento\\_un\\_potente\\_antibatterico\\_naturale.pdf](https://www.erboristeriacobaleno.com/files/argento_un_potente_antibatterico_naturale.pdf)

<https://www.esi.it/it/esi-informa/benessere-naturale/ingredienti-naturali/ginkgo-biloba-proprieta-benefici-e-come-assumerlo/>

<https://www.eunews.it/2020/11/17/coronavirus-le-nuove-restrizioni-europa-scheda/136283>

<https://www.evobus.com/de-en/layer/the-design-of-the-future-bus/>

<https://www.fanpage.it/milano/milano-confermato-lordine-per-i-nuovi-tram-bidirezionali-servono-alla-nuova-tranvia-per-le-olimpiadi/>

<https://www.fsnews.it/it/focus-on/servizi/mobilita-2020-analisi-isfort-rapporto-audimob.html>

<https://www.fsnews.it/it/focus-on/servizi/mobilita-2020-analisi-isfort-rapporto-audimob.html>

<https://www.gazzetta.it/motori/la-mia-auto/15-09-2020/mezzi-pubblici-covid-guida-riempimento-sanificazione-3801978466375.shtml>

[https://www.gazzettaufficiale.it/atto/serie\\_generale/caricaArticolo?art.progressivo=0&art.idArticolo=1&art.versione=1&art.codiceRedazionale=20A03194&art.dataPubblicazioneGazzetta=2020-06-11&art.idGruppo=0&art.idSottoArticolo1=10&art.idSottoArticolo=1&art.flagTipoArticolo=15](https://www.gazzettaufficiale.it/atto/serie_generale/caricaArticolo?art.progressivo=0&art.idArticolo=1&art.versione=1&art.codiceRedazionale=20A03194&art.dataPubblicazioneGazzetta=2020-06-11&art.idGruppo=0&art.idSottoArticolo1=10&art.idSottoArticolo=1&art.flagTipoArticolo=15)

<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2020/02/23/20A01228/sg>

<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2020/04/27/20A02352/sg>

<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2020/06/11/20A03194/sg>

<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2020/09/07/20A04814/sg>

<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2020/10/13/20A05563/sg>

<https://www.gesaindustry.it/en/onboard-comfort-it-is-about-ergonomics/>

<https://www.gov.uk/guidance/coronavirus-covid-19-safer-travel-guidance-for-passengers#checklists-for-safer-travel>

<https://www.grapesrl.it/2020/11/chitosano-il-principale-alleato-contro-il-brettanomyces/>

<https://www.humanitas.it/enciclopedia/infezioni/infezione-da-stafilococco/>

<https://www.ilbrevetto.news/2020/08/04/trattamento-antibatterico-innovativo-per-le-superfici-metalliche/>

[https://www.ilmessaggero.it/salute/focus/covid\\_tosse\\_contagio\\_mascherina\\_pronto\\_soccorso\\_bambino\\_gesu\\_aria\\_condizionata\\_cosa\\_succede\\_news-5553633.html](https://www.ilmessaggero.it/salute/focus/covid_tosse_contagio_mascherina_pronto_soccorso_bambino_gesu_aria_condizionata_cosa_succede_news-5553633.html)

[https://www.ilmessaggero.it/uploads/ckfile/202012/dpcm\\_20201203\\_txt-2-2\\_04121744.pdf](https://www.ilmessaggero.it/uploads/ckfile/202012/dpcm_20201203_txt-2-2_04121744.pdf)

<https://www.insuranceup.it/it/scenari/come-cambia-la-mobilita-nellera-del-coronavirus/>

<https://www.isfort.it/progetti/limpatto-del-lockdown-sui-comportamenti-di-mobilita-degli-italiani/>

<https://www.isfort.it/ricerca/audimob/>

[https://www.isfort.it/wp-content/uploads/2020/06/200521\\_Isfort\\_MobilitaItaliani\\_Lockdown\\_DEF.pdf](https://www.isfort.it/wp-content/uploads/2020/06/200521_Isfort_MobilitaItaliani_Lockdown_DEF.pdf)

[https://www.isfort.it/wp-content/uploads/2020/11/201104\\_RelazioneSintesi\\_17-Audimob.pdf](https://www.isfort.it/wp-content/uploads/2020/11/201104_RelazioneSintesi_17-Audimob.pdf)

[https://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/statoambiente/aree-urbane-2014/CAP\\_8\\_Trasporti%20e%20mobilita.pdf](https://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/statoambiente/aree-urbane-2014/CAP_8_Trasporti%20e%20mobilita.pdf)

[https://www.iss.it/covid-19-faq/-/asset\\_publisher/2R1ldyn3MPB6/content/il-nuovo-coronavirus-viaggia-nell-aria-per-lunghe-distanze-legato-alle-polveri-sottili-prodotte-dall-inquinamento-](https://www.iss.it/covid-19-faq/-/asset_publisher/2R1ldyn3MPB6/content/il-nuovo-coronavirus-viaggia-nell-aria-per-lunghe-distanze-legato-alle-polveri-sottili-prodotte-dall-inquinamento-)

[https://www.iss.it/documents/20126/0/Rapporto+ISS+COVID-19+n.+25\\_2020.pdf/90decdd1-7c29-29e4-6663-b992e1773c98?t=1589584239939](https://www.iss.it/documents/20126/0/Rapporto+ISS+COVID-19+n.+25_2020.pdf/90decdd1-7c29-29e4-6663-b992e1773c98?t=1589584239939)

[https://www.iss.it/documents/20126/0/Rapporto+ISS+COVID-19+n.+25\\_2020.pdf/90decdd1-7c29-29e4-6663-b992e1773c98?t=1589836083759](https://www.iss.it/documents/20126/0/Rapporto+ISS+COVID-19+n.+25_2020.pdf/90decdd1-7c29-29e4-6663-b992e1773c98?t=1589836083759)

[https://www.iss.it/documents/20126/0/Rapporto+ISS+COVID-19+n.+25\\_2020.pdf/90decdd1-7c29-29e4-6663-b992e1773c98?t=1589584239939](https://www.iss.it/documents/20126/0/Rapporto+ISS+COVID-19+n.+25_2020.pdf/90decdd1-7c29-29e4-6663-b992e1773c98?t=1589584239939)

<https://www.istat.it/it/archivio/242574>

[https://www.istat.it/it/files//2020/05/spostamenti-sul-territorio\\_2019.pdf](https://www.istat.it/it/files//2020/05/spostamenti-sul-territorio_2019.pdf)

<https://www.izslt.it/bacillus-cereus/>

<https://www.lacooltura.com/2016/11/vita-pendolari/>

<https://www.lastampa.it/cronaca/2021/04/06/news/covid-tracce-del-virus-su-treni-e-autobus-la-scoperta-dei-nas-1.40116436>

<https://www.linguaggiodelcorpo.it/2011/10/20/prossemica/#:~:text=Edward%20Hall%2C%20l'antropologo%20che,altri%20edifici%20e%20infine%20la>

<https://www.lksdiaradesign.com/portfolio-items/crrcshanghai-shuttle-airport/>

<https://www.matech.it/materiali/tessuto-di-granchio/>

<https://www.maynard-design.com/project/connect-me/>

[https://www.mercedes-benz-bus.com/it\\_IT/brand/omnibus-magazin/hygienic-and-safety-measures-in-times-of-corona.html](https://www.mercedes-benz-bus.com/it_IT/brand/omnibus-magazin/hygienic-and-safety-measures-in-times-of-corona.html)

[https://www.mercedes-benz-bus.com/it\\_IT/models/conecto/comfort.html](https://www.mercedes-benz-bus.com/it_IT/models/conecto/comfort.html)

[https://www.mercedes-benz-bus.com/it\\_IT/models/conecto/facts/technical-data.html](https://www.mercedes-benz-bus.com/it_IT/models/conecto/facts/technical-data.html)

<https://www.microbiologiaitalia.it/batteriologia/serratia-marcescens/>

<https://www.mit.gov.it/sites/default/files/media/notizia/2020-03/Linee%20Guida%20trasporti%20e%20logistica.pdf>

<https://www.mit.gov.it/sites/default/files/media/notizia/2020-03/Linee%20Guida%20trasporti%20e%20logistica.pdf>

<https://www.mynewsdesk.com/se/pressroom/skanetrafiken/pressrelease/view/nu-aer-det-klart-med-superbussar-till-skaanetrafiken-814972>

<https://www.my-personaltrainer.it/benessere/enterococcus-faecalis.html>

<https://www.my-personaltrainer.it/benessere/fusarium.html>

[https://www.my-personaltrainer.it/fitoterapia/aloe-vera-indicazioni-terapeutiche.html#:~:text=disagio%20\(13\).-,%20Attivit%C3%A0%20antibatterica%20ed%20antifungina,della%20pelle%20in%20pazienti%20ustionati.](https://www.my-personaltrainer.it/fitoterapia/aloe-vera-indicazioni-terapeutiche.html#:~:text=disagio%20(13).-,%20Attivit%C3%A0%20antibatterica%20ed%20antifungina,della%20pelle%20in%20pazienti%20ustionati.)

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2789813/>

<https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMc2004973>

[https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMc2007942?query=recirc\\_curatedRelated\\_article](https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMc2007942?query=recirc_curatedRelated_article)

<https://www.noisiamoagricoltura.com/alternaria-alternata-cose-e-come-combatterla/>

<https://www.nurse24.it/studenti/patologia/infezione-klebsiella-pneumoniae.html>

[https://www.osservatorioaic.it/images/rivista/pdf/2020\\_3\\_20\\_Carrer.pdf](https://www.osservatorioaic.it/images/rivista/pdf/2020_3_20_Carrer.pdf)

[https://www.osservatorioaic.it/images/rivista/pdf/2020\\_3\\_20\\_Carrer.pdf](https://www.osservatorioaic.it/images/rivista/pdf/2020_3_20_Carrer.pdf)

[https://www.researchgate.net/publication/222267882\\_Passenger\\_perceptions\\_and\\_the\\_ideal\\_urban\\_bus\\_journey\\_experience](https://www.researchgate.net/publication/222267882_Passenger_perceptions_and_the_ideal_urban_bus_journey_experience)

[https://www.researchgate.net/publication/23526715\\_Modal\\_Talk\\_Discourse\\_Analysis\\_of\\_How\\_People\\_Talk\\_About\\_Bus\\_and\\_Car\\_Travel](https://www.researchgate.net/publication/23526715_Modal_Talk_Discourse_Analysis_of_How_People_Talk_About_Bus_and_Car_Travel)

[https://www.researchgate.net/publication/254609243\\_Bus\\_design\\_guidelines\\_Complementing\\_planning\\_with\\_vehicle\\_design](https://www.researchgate.net/publication/254609243_Bus_design_guidelines_Complementing_planning_with_vehicle_design)

[https://www.researchgate.net/publication/290640749\\_Crime\\_and\\_Public\\_Transport](https://www.researchgate.net/publication/290640749_Crime_and_Public_Transport)

[https://www.researchgate.net/publication/342573493\\_COVID-19\\_and\\_Public\\_Transportation\\_Current\\_Assessment\\_Prospects\\_and\\_Research\\_Needs](https://www.researchgate.net/publication/342573493_COVID-19_and_Public_Transportation_Current_Assessment_Prospects_and_Research_Needs)

---

[https://www.schienenfahrzeugtagung.at/download/PDF2016/DiV02\\_Rivas.pdf](https://www.schienenfahrzeugtagung.at/download/PDF2016/DiV02_Rivas.pdf)

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003687017300340?via%3Dihub>

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0965856406000632>

[https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096585640700050X?casa\\_token=tx4Ezpe9h1oAAAA](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096585640700050X?casa_token=tx4Ezpe9h1oAAAA)

[https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096585640700050X?casa\\_token=tx4Ezpe9h1oAAAA:Olj0hejT9qDerSgrPBJ9RsgCfjKFj-Welbn2AZYg5ZEzXM9VRGD2HYG6uAEk3Q73s4Cm7sFA](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096585640700050X?casa_token=tx4Ezpe9h1oAAAA:Olj0hejT9qDerSgrPBJ9RsgCfjKFj-Welbn2AZYg5ZEzXM9VRGD2HYG6uAEk3Q73s4Cm7sFA)

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210909911000968#bib20>

[https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211973616300873?casa\\_token=KihPXP6WB4AAAAA:9X2eoCT3rbCXkxmr4KDPqTnUtf5zzRf\\_PhBZy0jPxly1yV2Any5dpLuLRsYXrjdvUR6W8YFc4Q](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211973616300873?casa_token=KihPXP6WB4AAAAA:9X2eoCT3rbCXkxmr4KDPqTnUtf5zzRf_PhBZy0jPxly1yV2Any5dpLuLRsYXrjdvUR6W8YFc4Q)

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590198220301664#b0200>

<https://www.scienzaeconoscenza.it/blog/neuroscienze-cervello/che-cos-e-la-prosemica-distanza-fra-te-e-altri>

<https://www.scmp.com/news/china/science/article/3074351/coronavirus-can-travel-twice-far-official-safe-distance-and-stay>

<https://www.stadlerrail.com/it/prodotti/detail-all/tramlink/69/>

<https://www.stadlerrail.com/media/pdf/tlflp0318i.pdf>

<https://www.staveleyhead.co.uk/blog/nine-superbugs-found-on-london-public-transport/>

<https://www.staveleyhead.co.uk/under-the-microscope/index.html>

<https://www.technofashion.it/uv-grafting-di-chitosano-per-il-finissaggio-antibatterico-sostenibile-di-tessuti/>

[https://www.thelancet.com/journals/lanmic/article/PIIS2666-5247\(20\)30003-3/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanmic/article/PIIS2666-5247(20)30003-3/fulltext)

[https://www.tramditorino.it/conecto\\_uso.htm](https://www.tramditorino.it/conecto_uso.htm)

[https://www.tramditorino.it/tram\\_serie\\_6000.htm](https://www.tramditorino.it/tram_serie_6000.htm)

[https://www.treccani.it/enciclopedia/prossemica\\_%28Enciclopedia-Italiana%29/](https://www.treccani.it/enciclopedia/prossemica_%28Enciclopedia-Italiana%29/)

<https://www.treccani.it/vocabolario/comfort/>

[https://www.treccani.it/vocabolario/distanziamento-sociale\\_%28Neologismi%29/](https://www.treccani.it/vocabolario/distanziamento-sociale_%28Neologismi%29/)

<https://www.trekking.it/abbigliamento-e-attrezzature/formula-silver-base-layer-al-top/>

[https://www.tuv.com/it/italy/chi\\_siamo/press\\_it/news\\_4/news\\_content\\_it\\_540992.html](https://www.tuv.com/it/italy/chi_siamo/press_it/news_4/news_content_it_540992.html)

<https://www.uitp.org/news/a-win-win-how-the-internet-of-things-is-transforming-public-transport/>

<https://www.uitp.org/news/where-are-we-in-the-digital-world-during-covid-19-over-to-our-it-trans-keynote-speaker-christoph-bornschein/>

<https://www.weblex.fr/fiches-conseils/coronavirus-les-mesures-pour-le-secteur-des-transport>

<https://www.wework.com/it-IT/ideas/worklife/navigating-the-new-rules-of-personal-space-in-the-workplace>

<https://www.yankodesign.com/2016/05/26/poles-can-be-cold/>

---

[https://www.youtube.com/watch?v=qDRud92pJ4I&ab\\_channel=StefanieLie](https://www.youtube.com/watch?v=qDRud92pJ4I&ab_channel=StefanieLie)

<https://www-tandfonline-com.ezproxy.biblio.polito.it/doi/full/10.1080/01441647.2017.1298683>

<https://www-tandfonline-com.ezproxy.biblio.polito.it/doi/full/10.1080/03081060.2020.1805546>

<https://www-tandfonline-com.ezproxy.biblio.polito.it/doi/full/10.1080/01441647.2017.1298683>

<https://zizuhotel.ru/it/gelendzhik/metro-parizha-proezd-shema-metro-rer-v-parizhe-parizhskoe-metro-i/>

#### Riferimenti Bibliografici:

PDF - 143\_217\_DM 14 04 1977 CARATTERISTICHE DEGLI AUTOBUS

Sickinger A. Design e corpo umano. Cenni storici di ergonomia, antropometria e movimento posturale. 2009

The\_Multi-Dimensional\_Analysis\_of\_Social\_Exclusion.pdf

The\_Multi-Dimensional\_Analysis\_of\_Social\_Exclusion.pdf

SOS Design è una collezione di tesi di laurea che sviluppatasi durante il periodo COVID 19 esplorano temi dell'abitare quotidiano attraverso lo sguardo del designer. Si tratta di attività contemporanee, già da tempo oggetto di attenzione, verso le quali la pandemia ha però accelerato riflessioni e proposte progettuali, tipiche della fase intermedia che stiamo vivendo. Poi, tra non molto saremo chiamati a tradurre i progetti in sperimentazioni, testandone gli effetti tra gli utilizzatori e con l'indispensabile contributo dell'interdisciplinarietà tra design, scienze umane e tecnologiche.

La tesi "Lavorare a distanza in casa: quando, dove, come" propone pertanto un approccio multidimensionale al tema, indirizzato a cogliere le diverse opportunità del lavorare a distanza, e a casa propria, in condizioni di benessere. Lo fa incrociando i requisiti dell'ergonomia del lavoratore con quelli del comfort ambientale e intimo di casa nostra, ipotizzando per l'arredo tecnico una nuova espressività domestica capace di integrarsi anche agli spazi ristretti e di convivere, attraverso un'espressività neutrale, con il resto delle cose di casa.

Claudio Germak