

REDES DE TRANSPORTE AUTOMATIZADAS CON ENERGÍA SOLAR

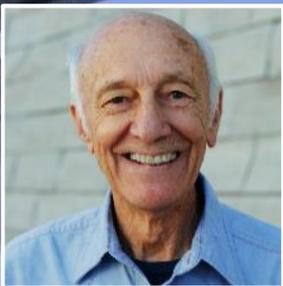
Un gran paso hacia un transporte
verdaderamente sustentable

Buff Furman



San José
State
University

Ron Swenson



INIST

Jorge Rodz



RODZ+
Innovation
and design



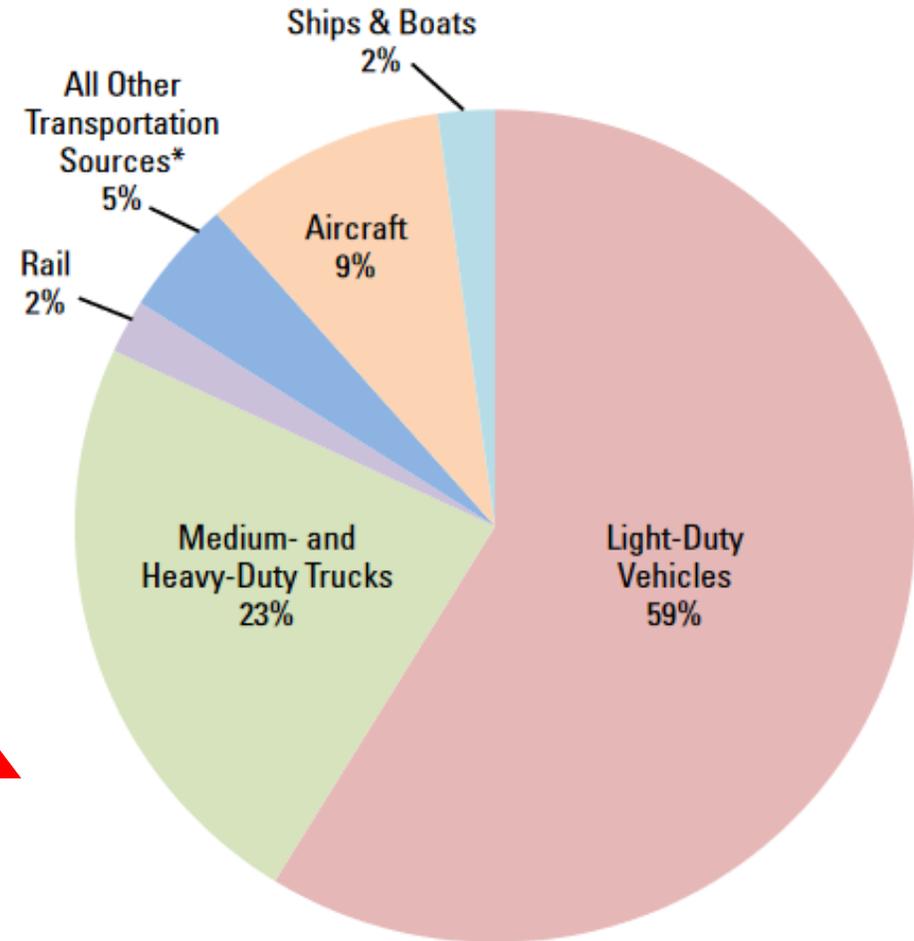
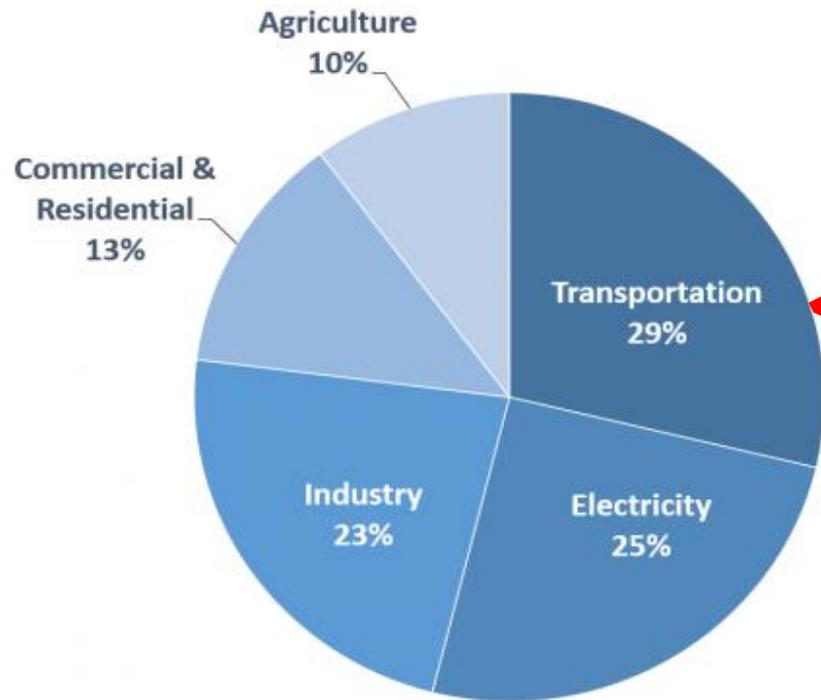
June 9 , 2021

Se necesitan reducciones radicales de las emisiones de carbono en el sector del transporte



Se necesitan reducciones radicales de las emisiones de carbono en el sector del transporte

Total U.S. Greenhouse Gas Emissions by Economic Sector in 2019

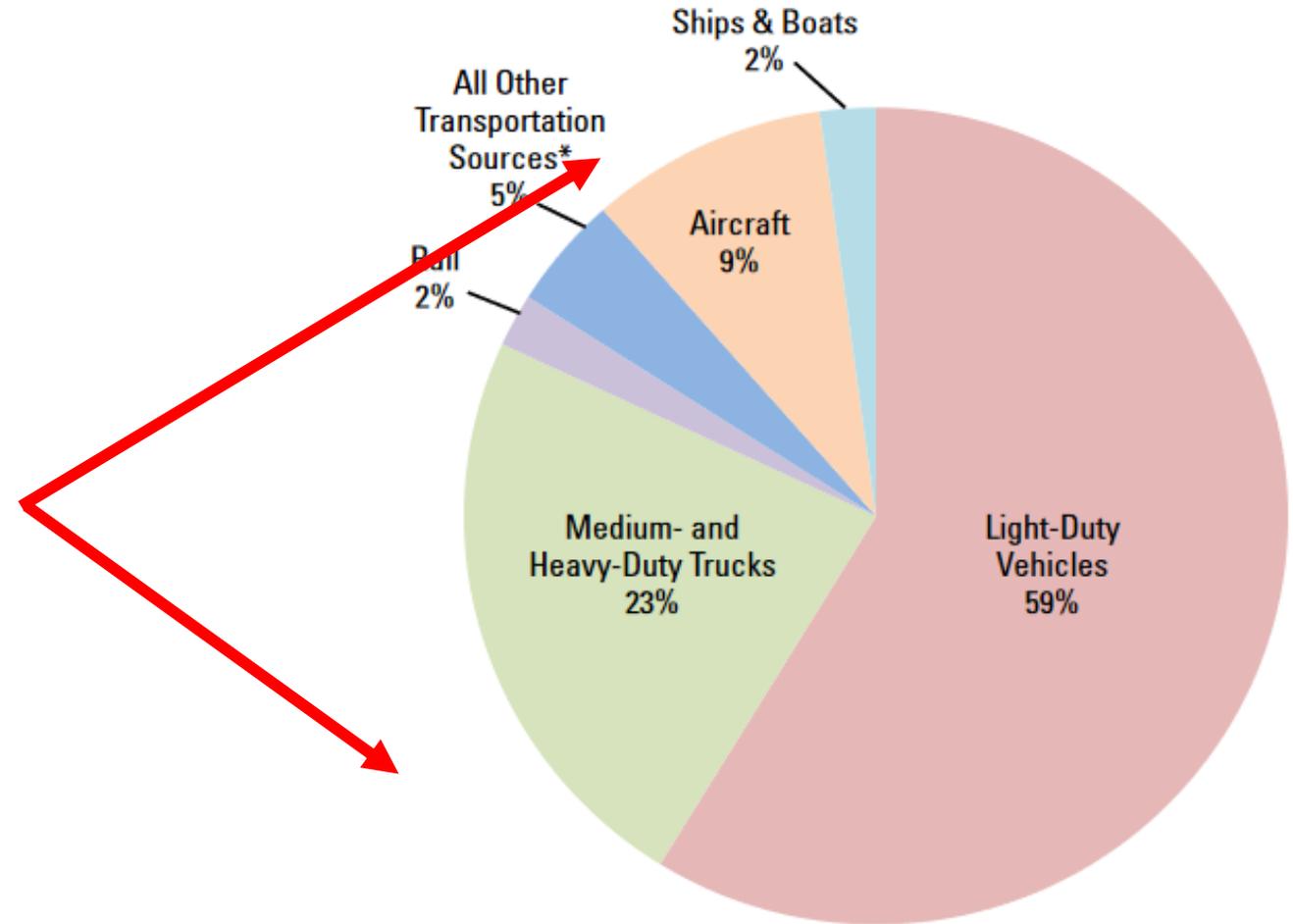


Source: <https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions>

Source: <https://nepis.epa.gov/Exec/zyPDF.cgi?Dockey=P100ZK4P.pdf>

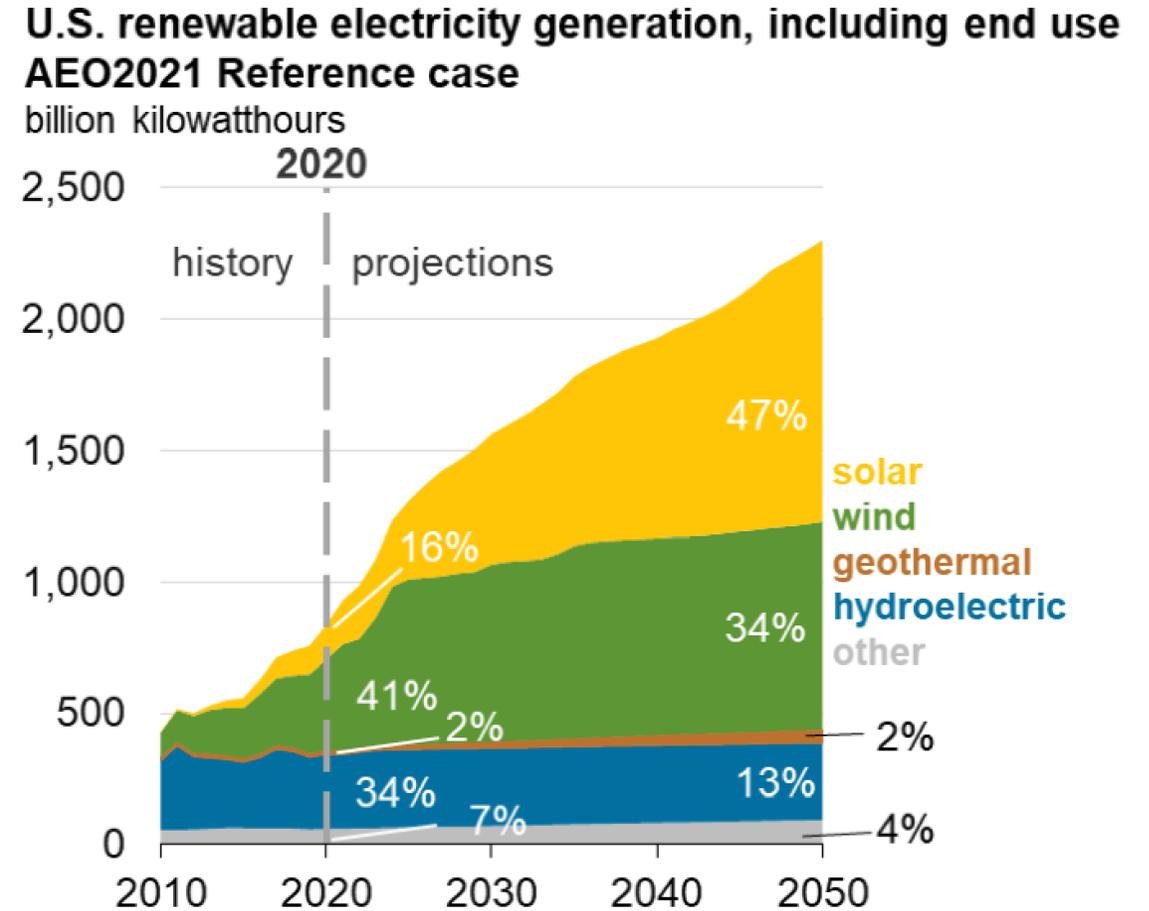
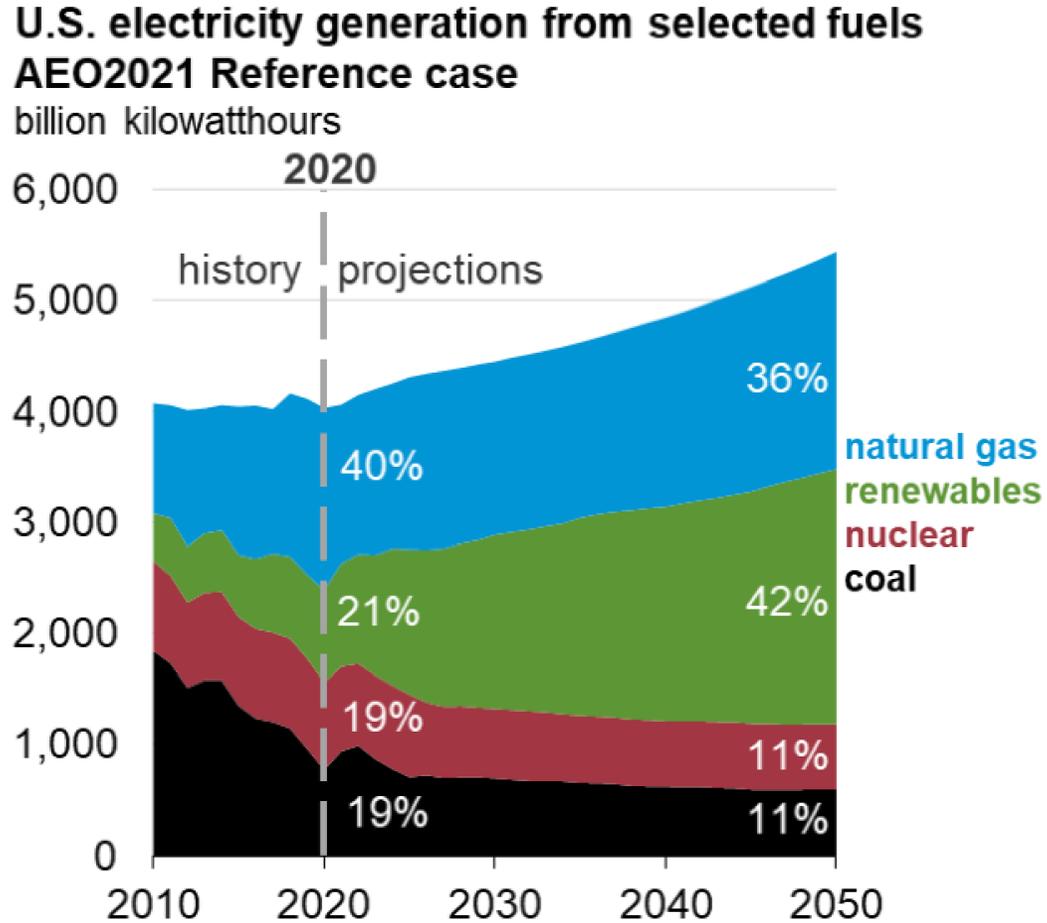
(2018 Data)

Los automóviles de pasajeros son los mayores contribuyentes de GEI en la categoría de vehículos ligeros



Source: U.S. Environmental Protection Agency (EPA). June 20, 2020: <https://nepis.epa.gov/Exec/ZyPDF.cgi?Dockey=P100ZK4P.pdf>

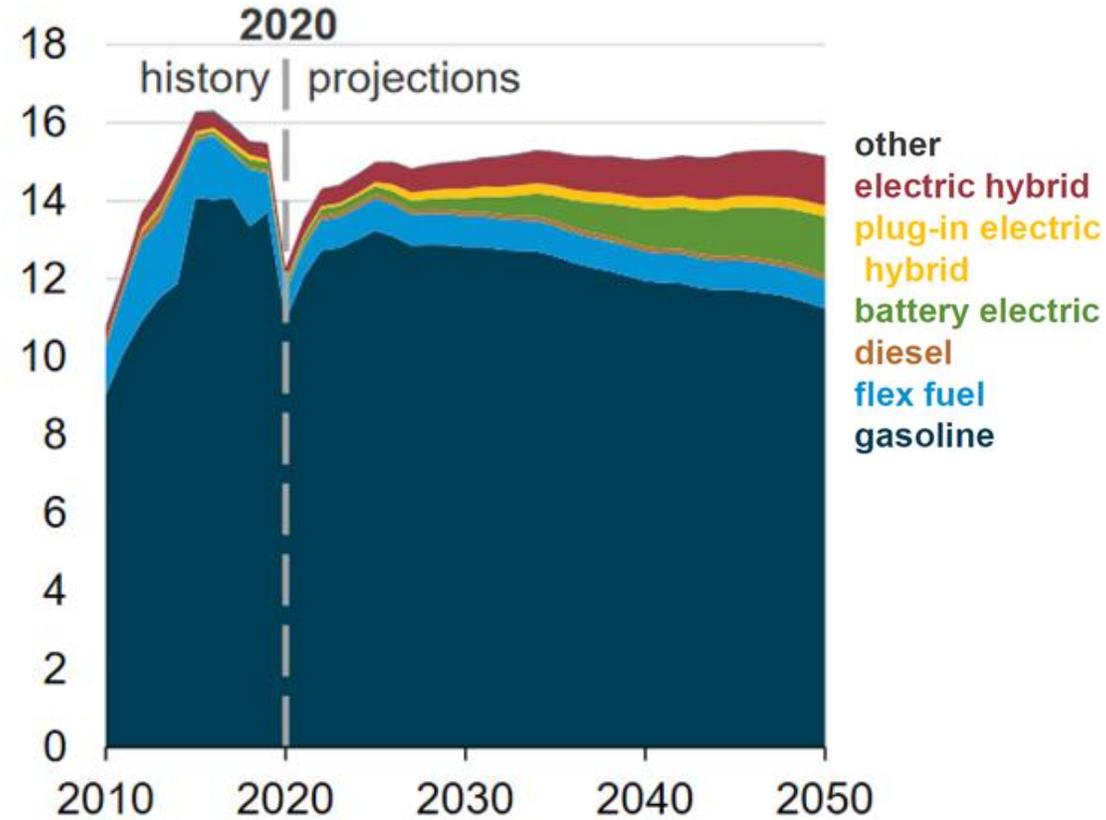
La electrificación de los vehículos de pasajeros es un paso en la dirección correcta, PERO ...



Source: U.S. Energy Information Administration, Annual Energy Outlook 2021 (AEO2021) https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/AEO_Narrative_2021.pdf

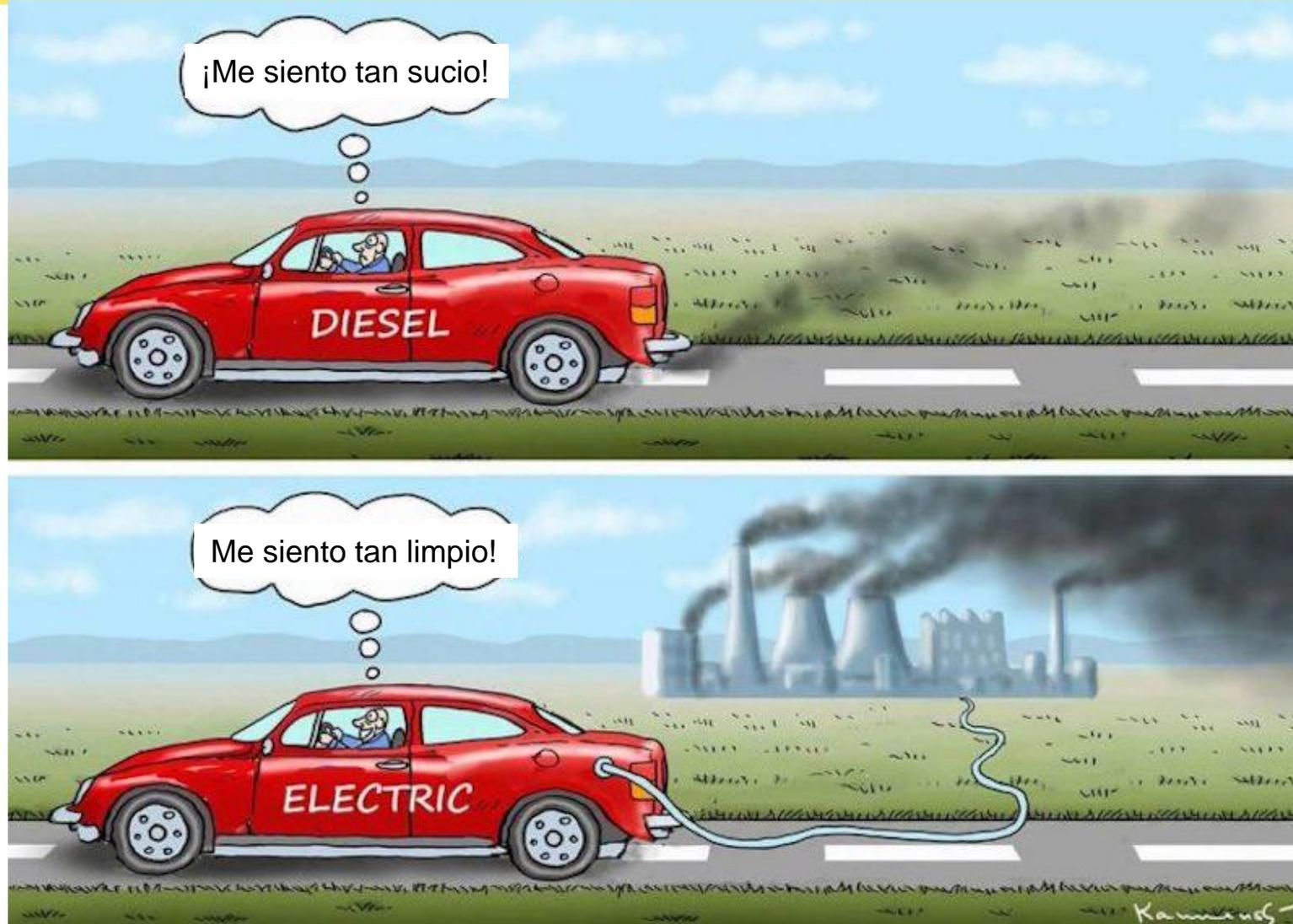
La electrificación de los vehículos de pasajeros es un paso en la dirección correcta, PERO ...

Light-duty vehicle sales by technology/fuel
AEO2021 Reference case
millions of vehicles

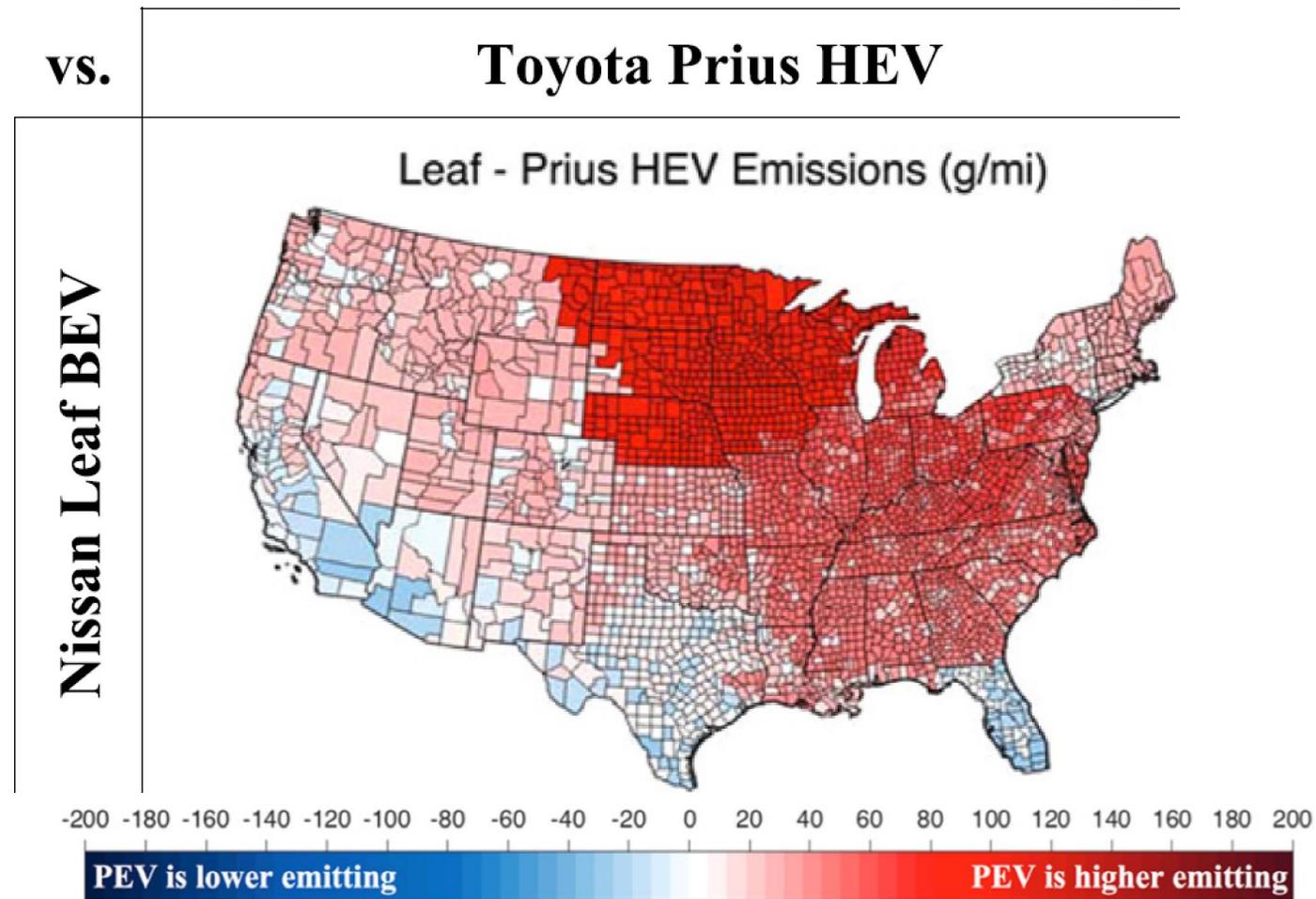


Source: <https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/05%20AEO2021%20Transportation.pdf>

La electrificación no siempre es el mejor enfoque para limitar los GEI

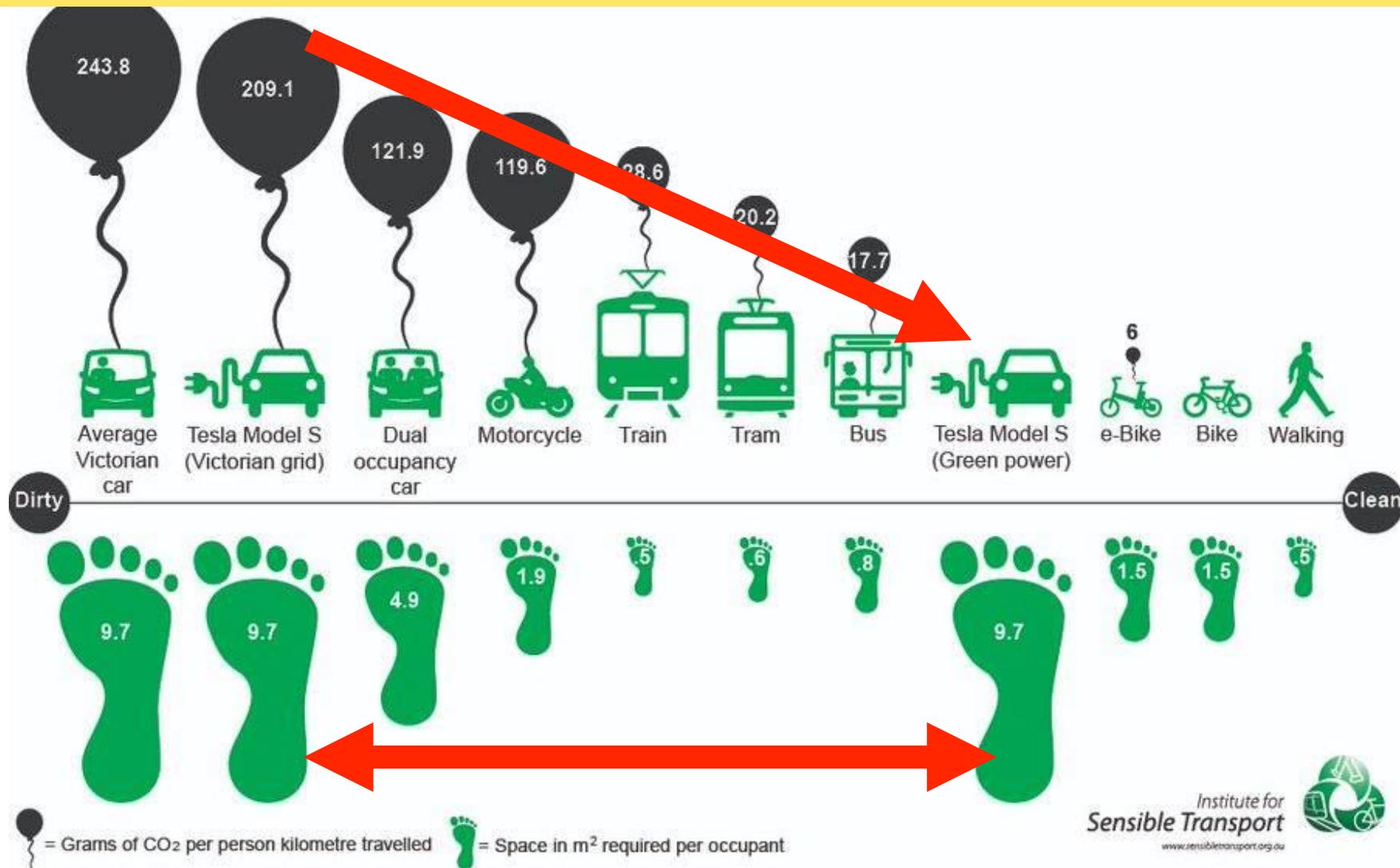


Los vehículos electrificados son tan 'limpios' como la red que los carga



Source: Tugce Yuksel et al 2016 Environ. Res. Lett. 11 044007 <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/11/4/044007>

Los vehículos eléctricos pueden reducir la huella de carbono, pero no la huella física

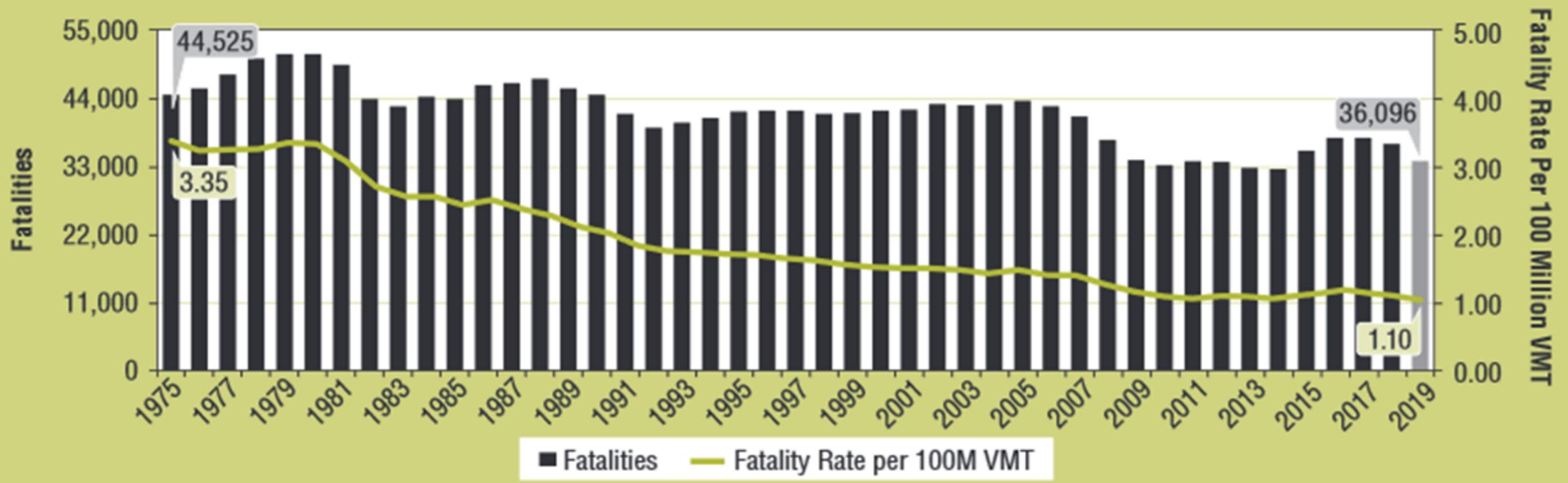


Hay otros problemas importantes que deben abordarse en el sector del transporte



<http://bit.ly/3oA2swl>

Las muertes relacionadas con automóviles continúan en niveles de "crisis"



<https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/813060>

Nuestro sistema de transporte no conduce al florecimiento humano



Proponemos una solución más efectiva

Redes de transporte automatizadas y
alimentadas con energía solar (RTA)

Spartan Superway es un transporte público 100% solar y sin emisiones



Spartan Superway es un transporte público 100% solar y sin emisiones



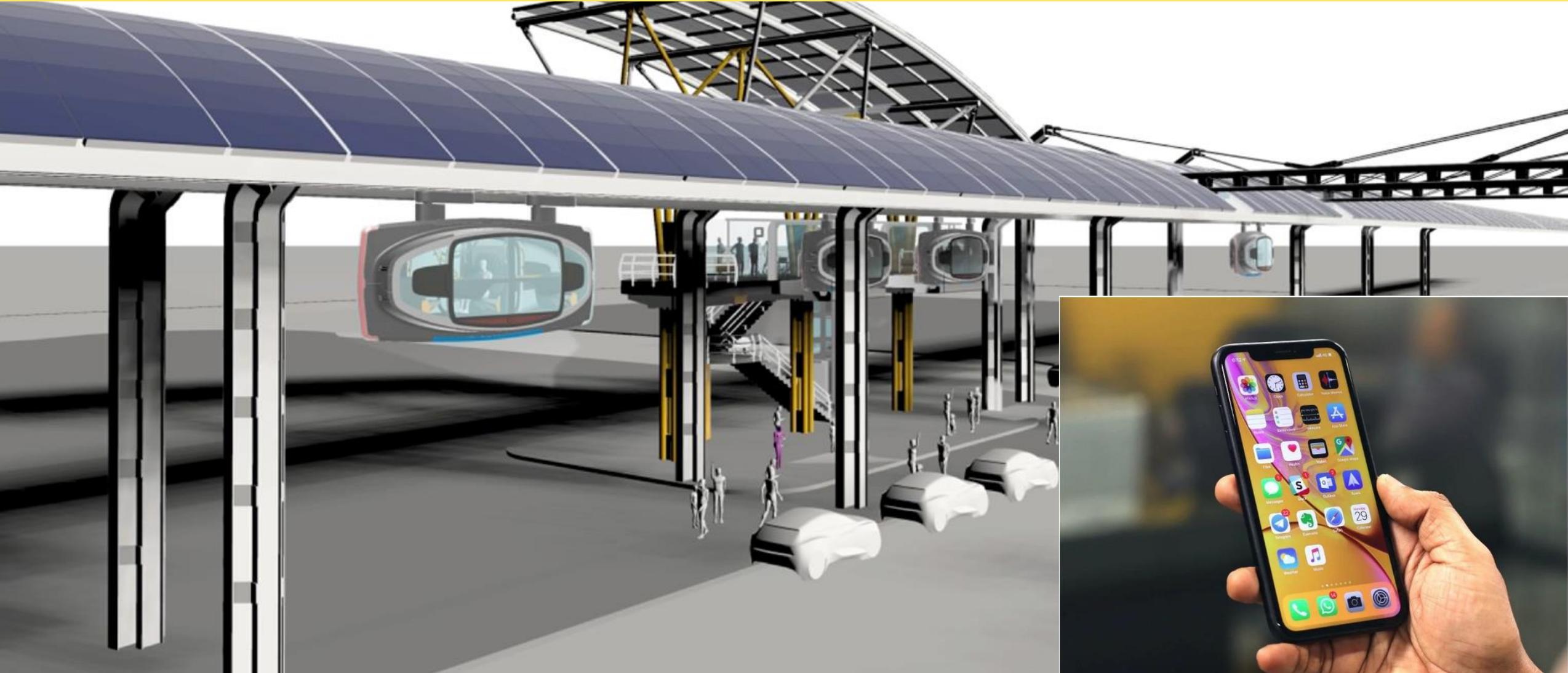
Comencemos con un cambio en los paradigmas:
... pero antes piense en el teléfono de disco, antes del...



Ron Swenson



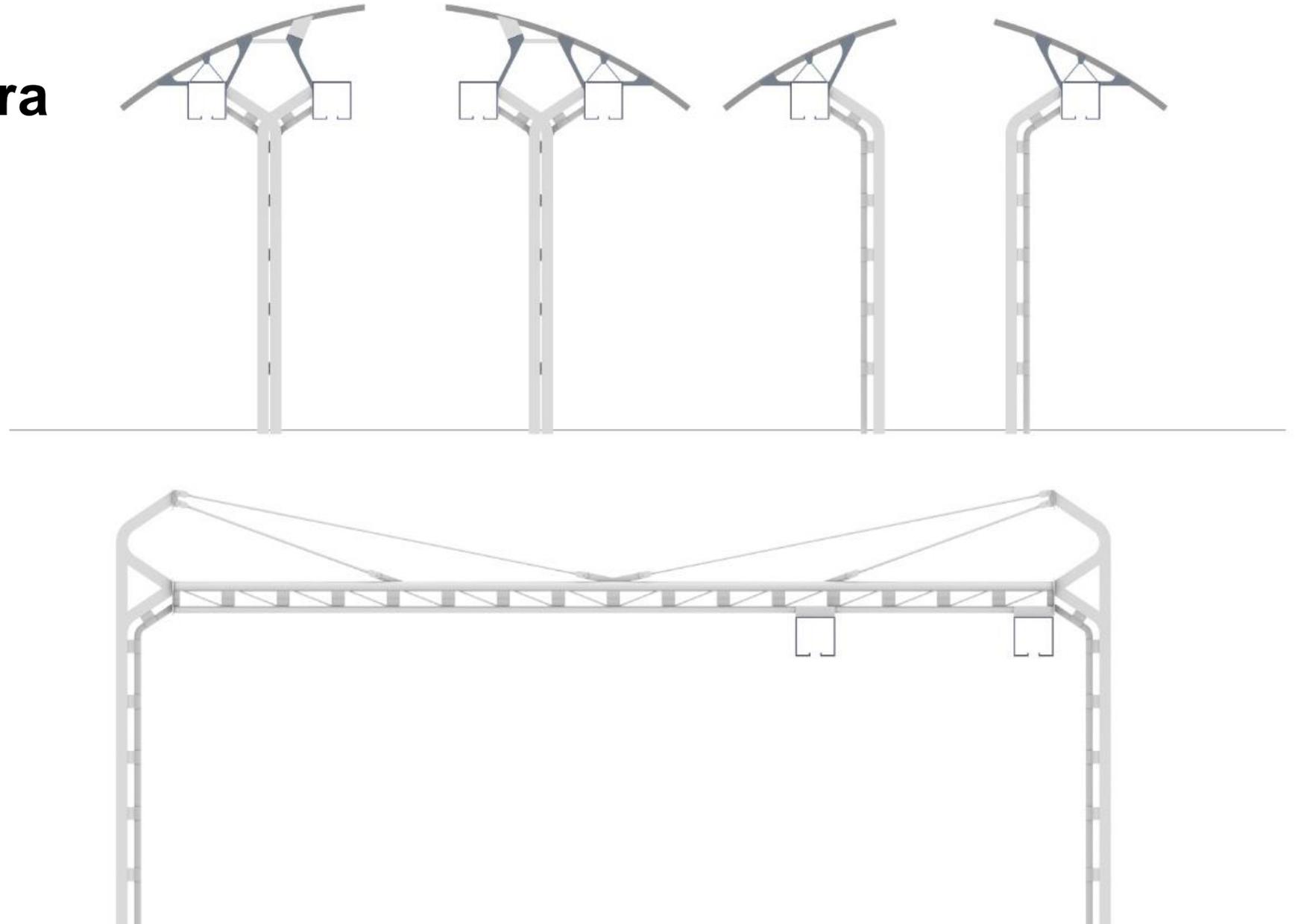
...iPhone

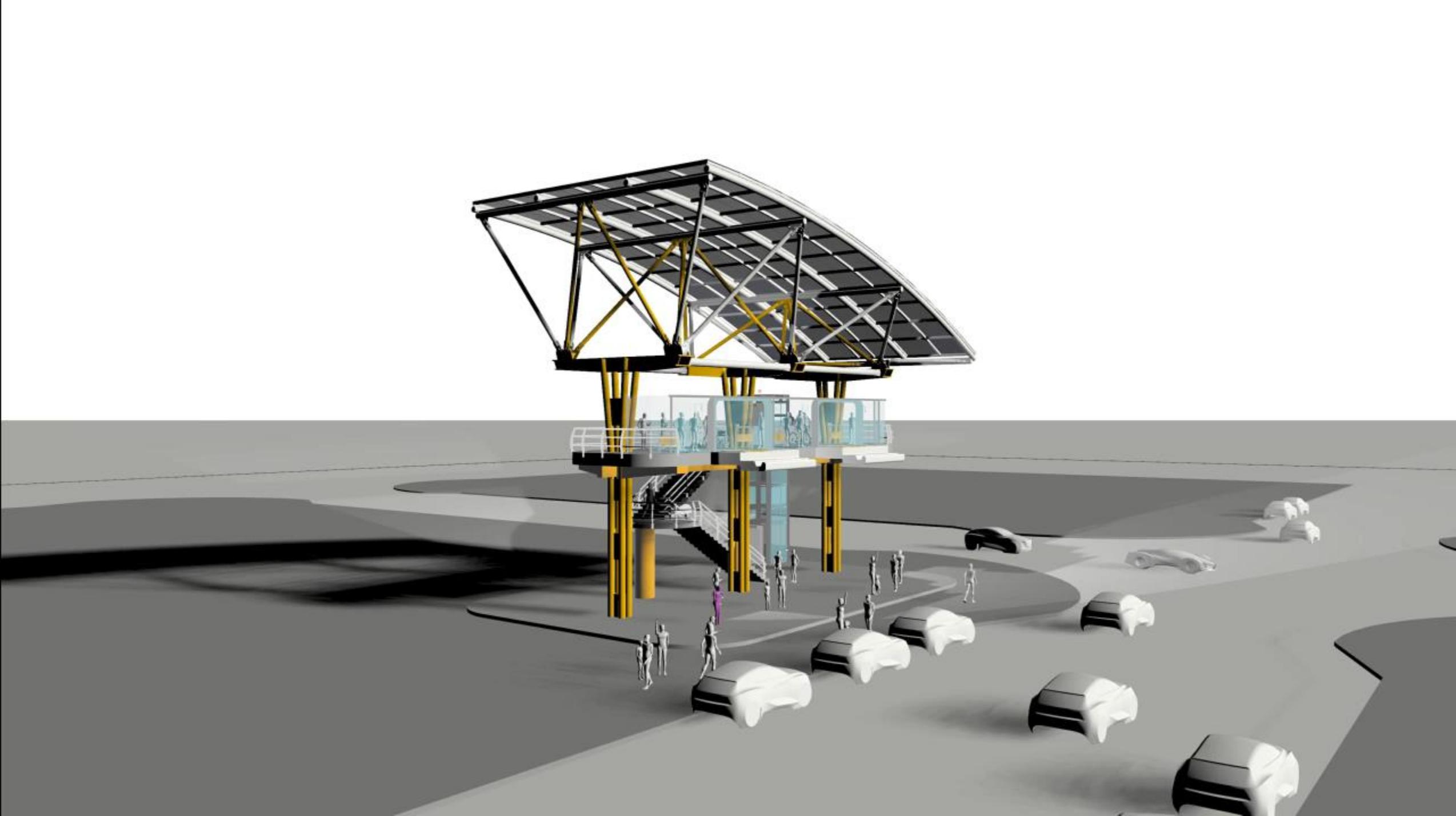


Ron Swenson

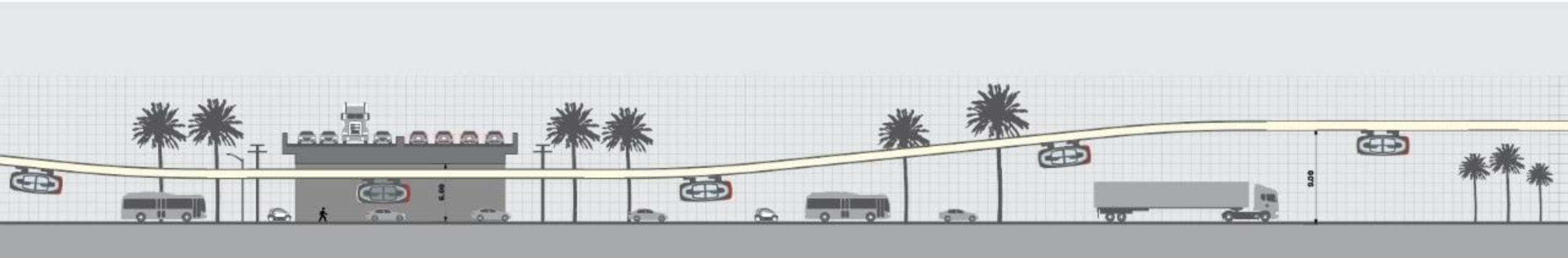


**Con componentes
de la infraestructura
elevada, podemos
construir un
sistema sencillo**





El sistema flexible se adapta al context urbano



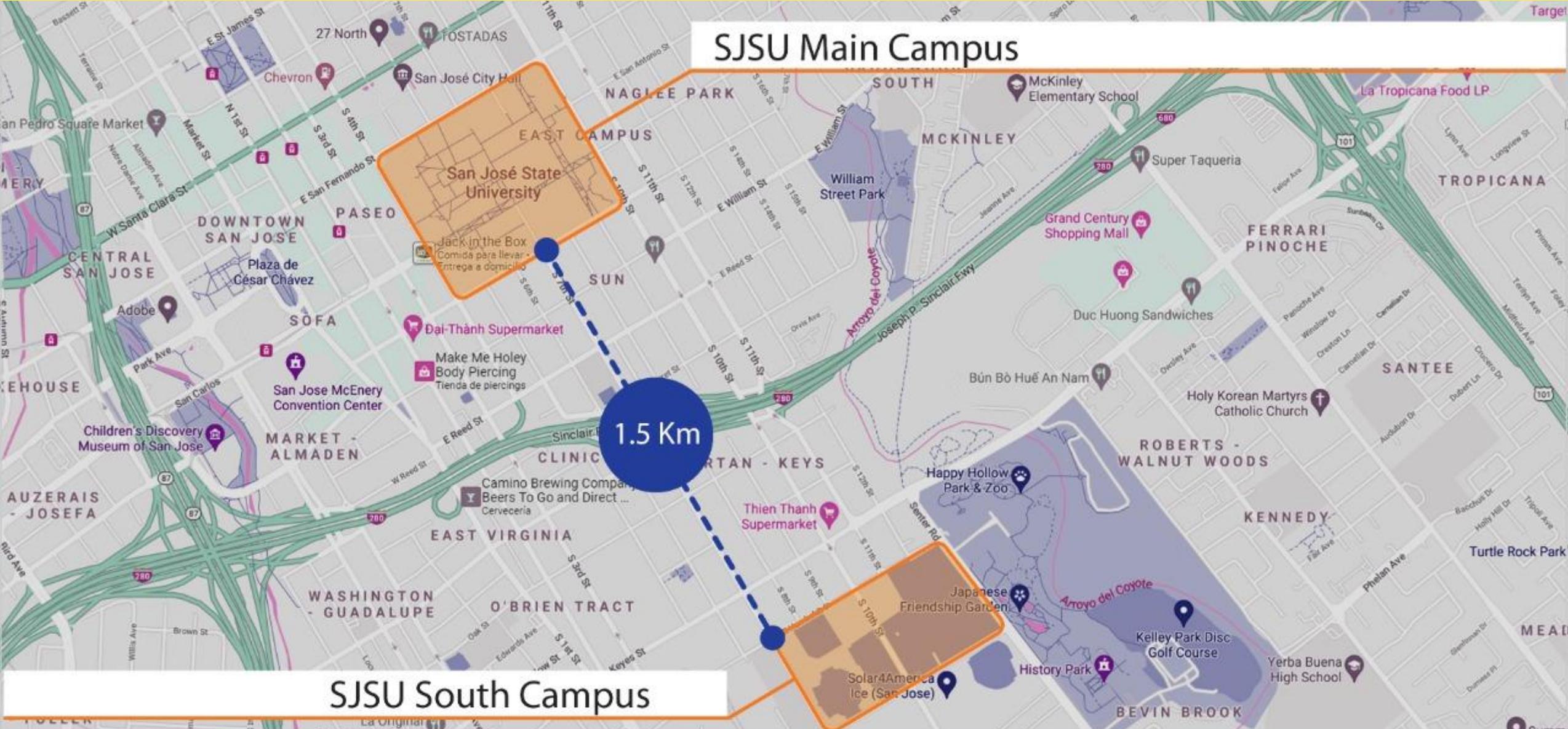
Encima del calle temenos estaciones y libertad del tráfico



Ron Swenson



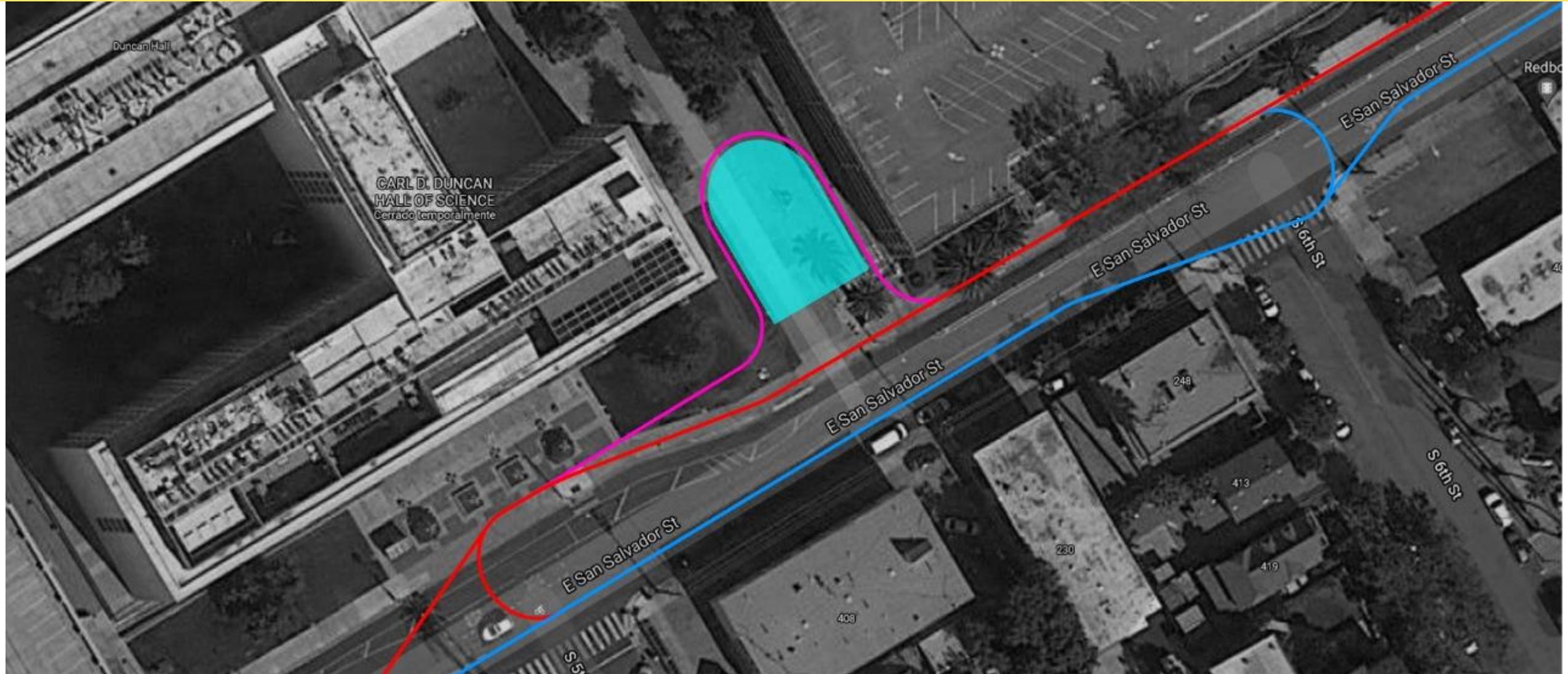
La red del Spartan Superway conecta los campus Norte y Sur del la SJSU



Ron Swenson



La estación norte es conveniente para el campus principal



Ron Swenson



La estación norte es conveniente para el campus principal



La estación intermedia está cerca de una escuela secundaria



Ron Swenson



La estación sur sirve programas deportivos — fútbol, béisbol, golf, pista — y un nuevo estacionamiento



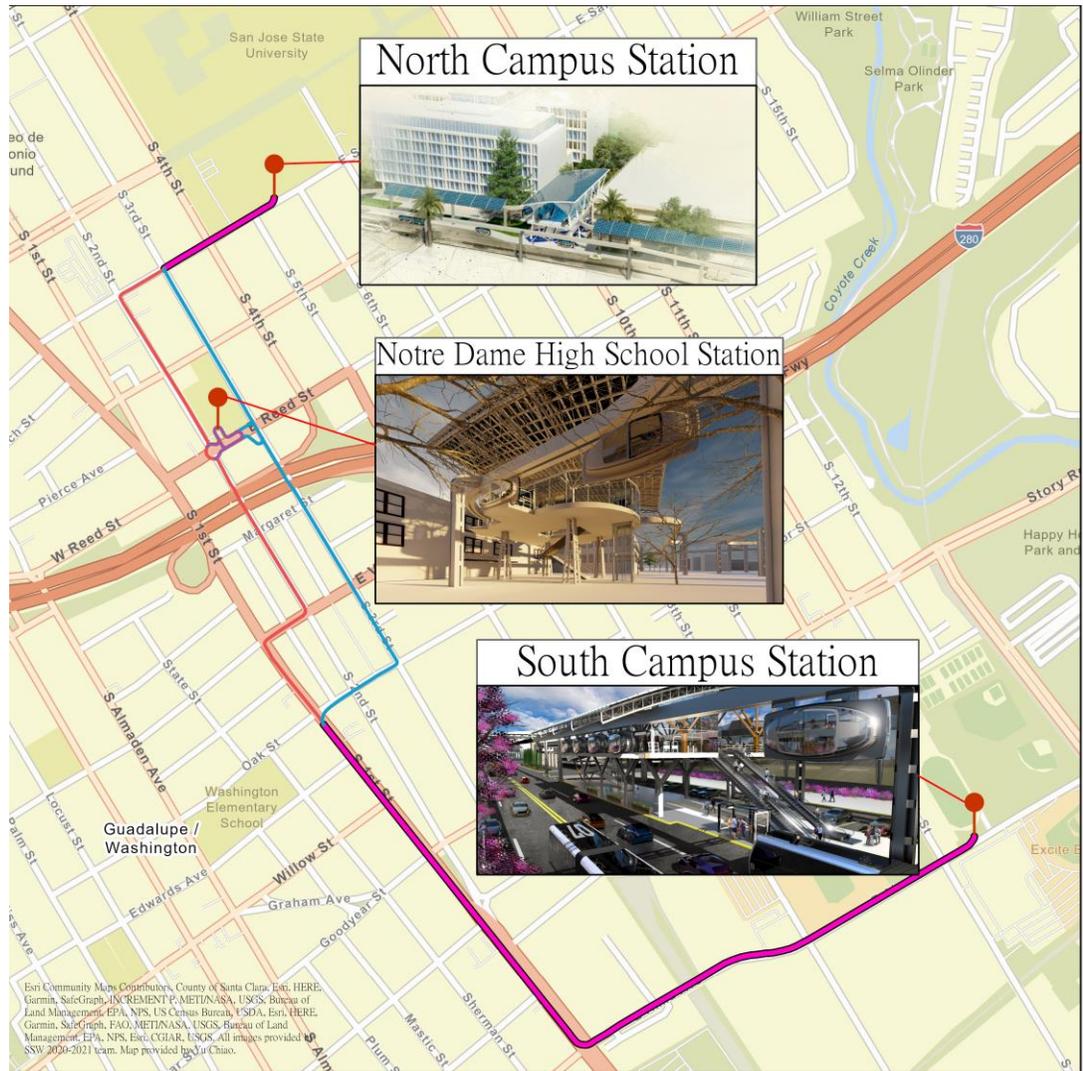
Ron Swenson



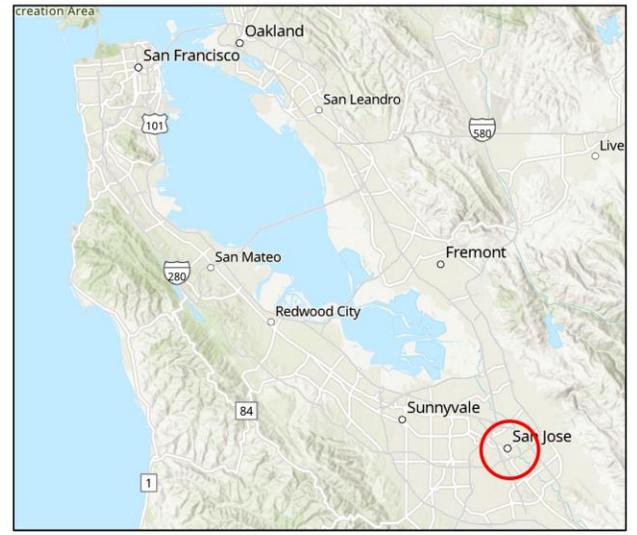
Analizamos una nueva propuesta de red de movilidad

Reemplazo del servicio de transporte del campus de SJSU Norte-Sur

Se ha propuesto una ruta RTA de 5 km para conectar los campus norte y sur de la Universidad San José.



Spartan Super Way North - South Campus Network



Legend

Proposed Station Sites

- Main Stations

Route Plan

- Dual-Way Guideway
- One-Way Guideway (To South)
- One-Way Guideway (To North)
- Mid Station off-line

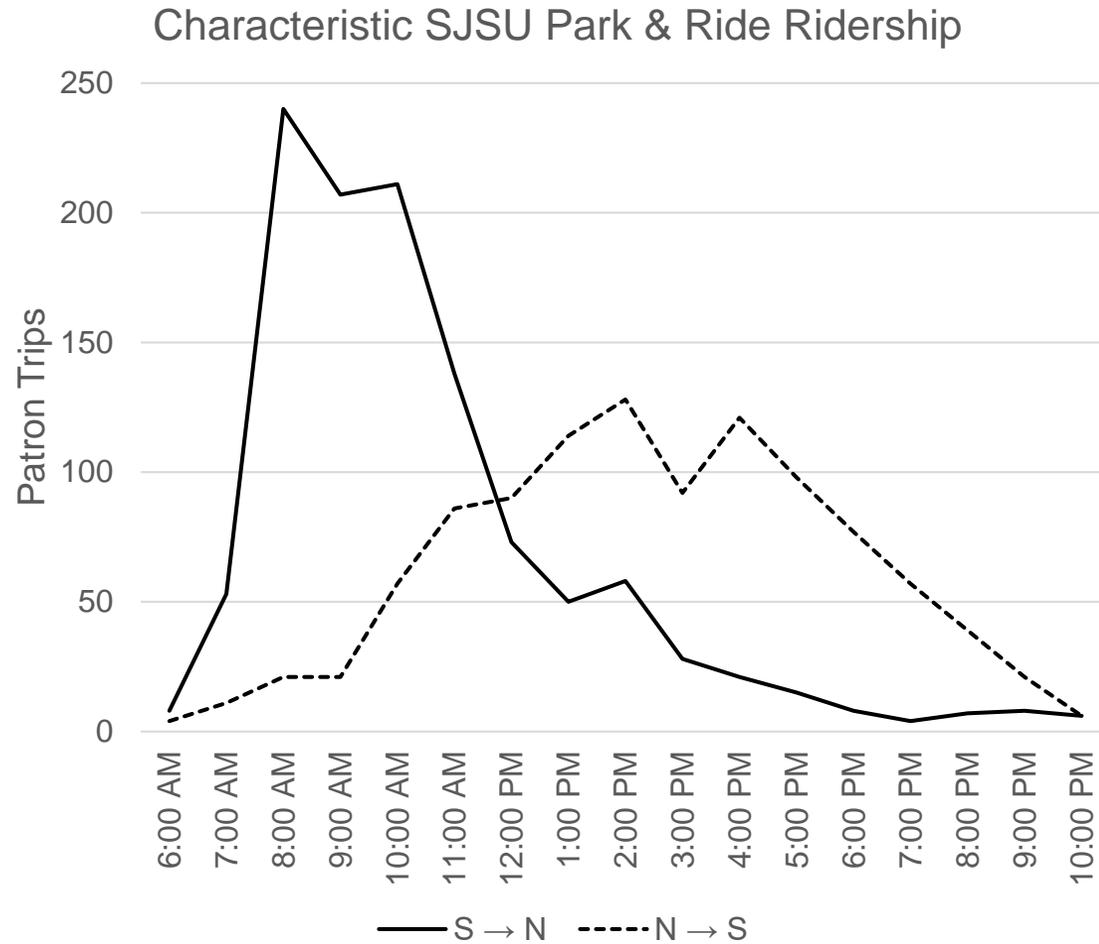
0 0.07 0.15 0.3 Miles

0 0.1 0.2 0.4 Kilometers

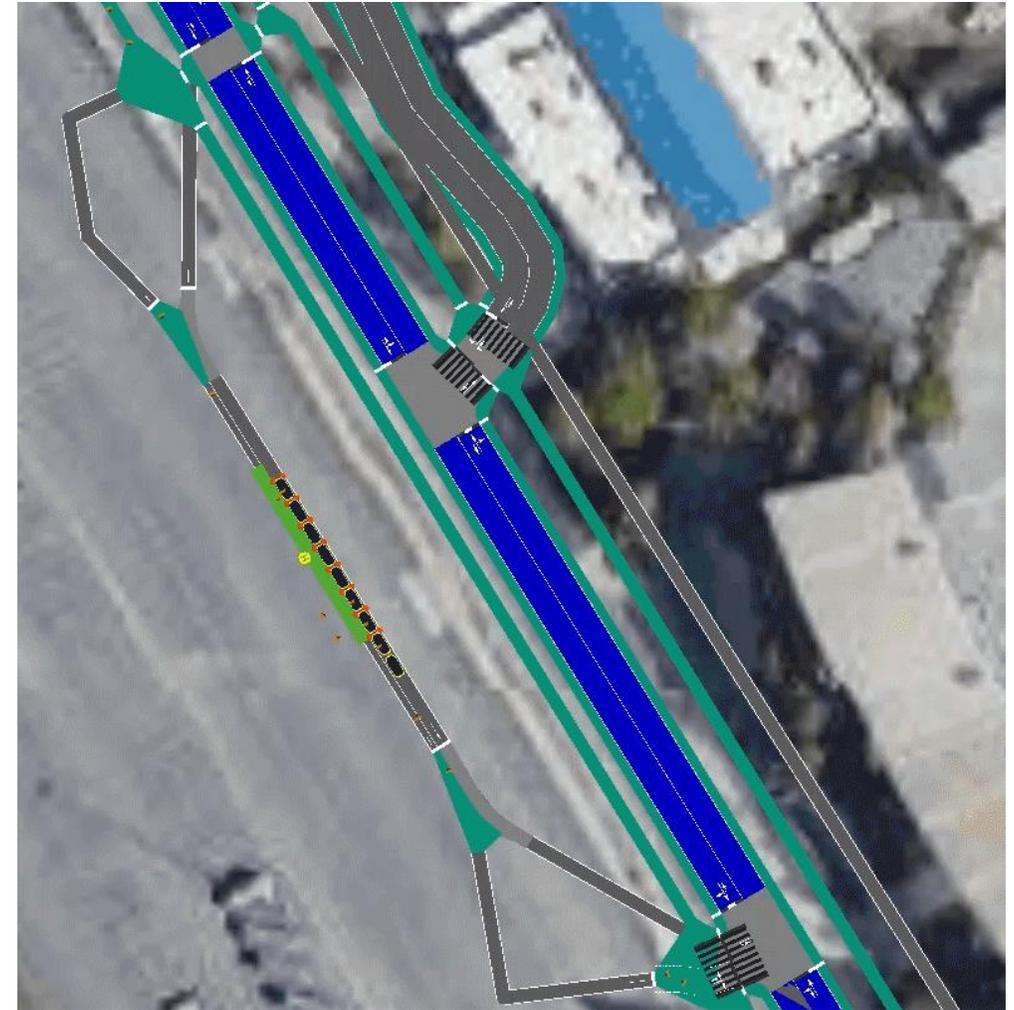
Map Description

The Spartan Super Way phase one general route plan proposed three main stations: North Campus Station, Notre Dame High School Station (Mid Station), and South Campus Station. There are 1.63 miles Dual-way guideway section and 2.2 miles One-way guideway section with a total 3.83 miles length.

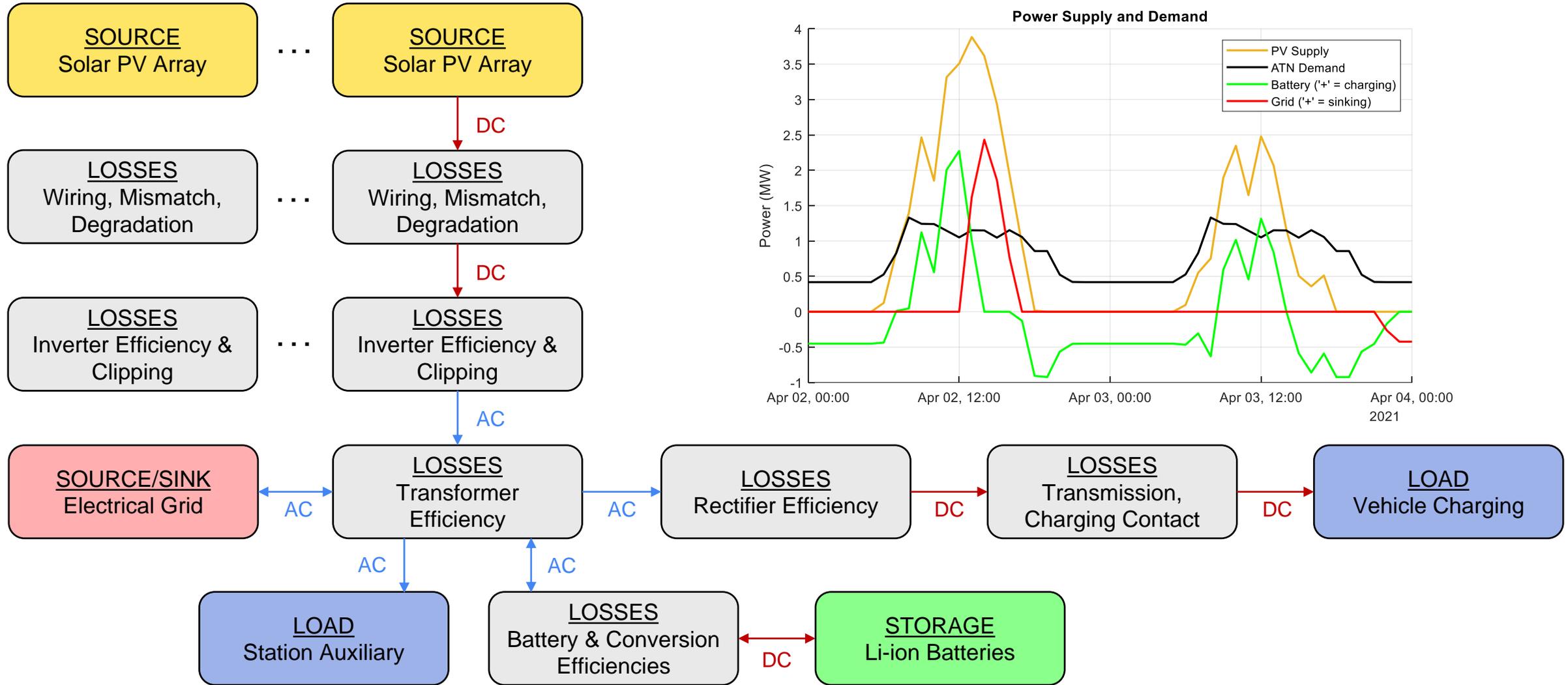
SUMOPy se implementó para simular la demanda de energía transitoria del sistema RTA propuesto utilizando datos de pasajeros de SJSU Park & Ride



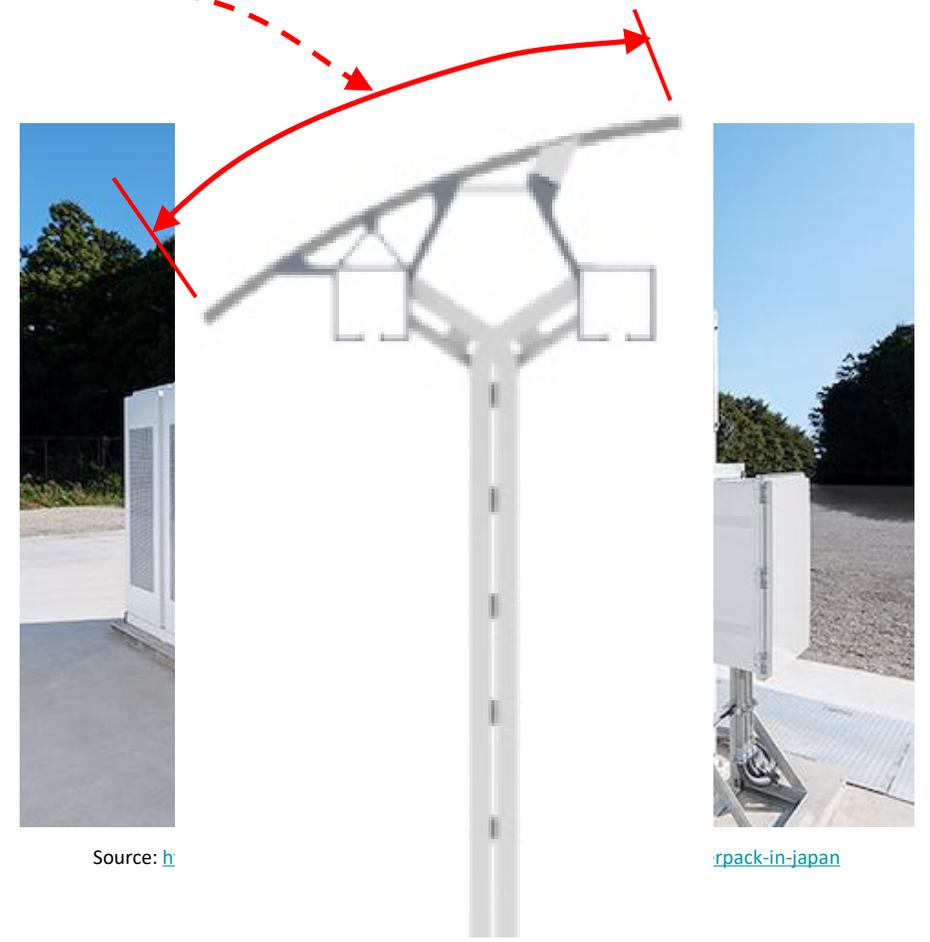
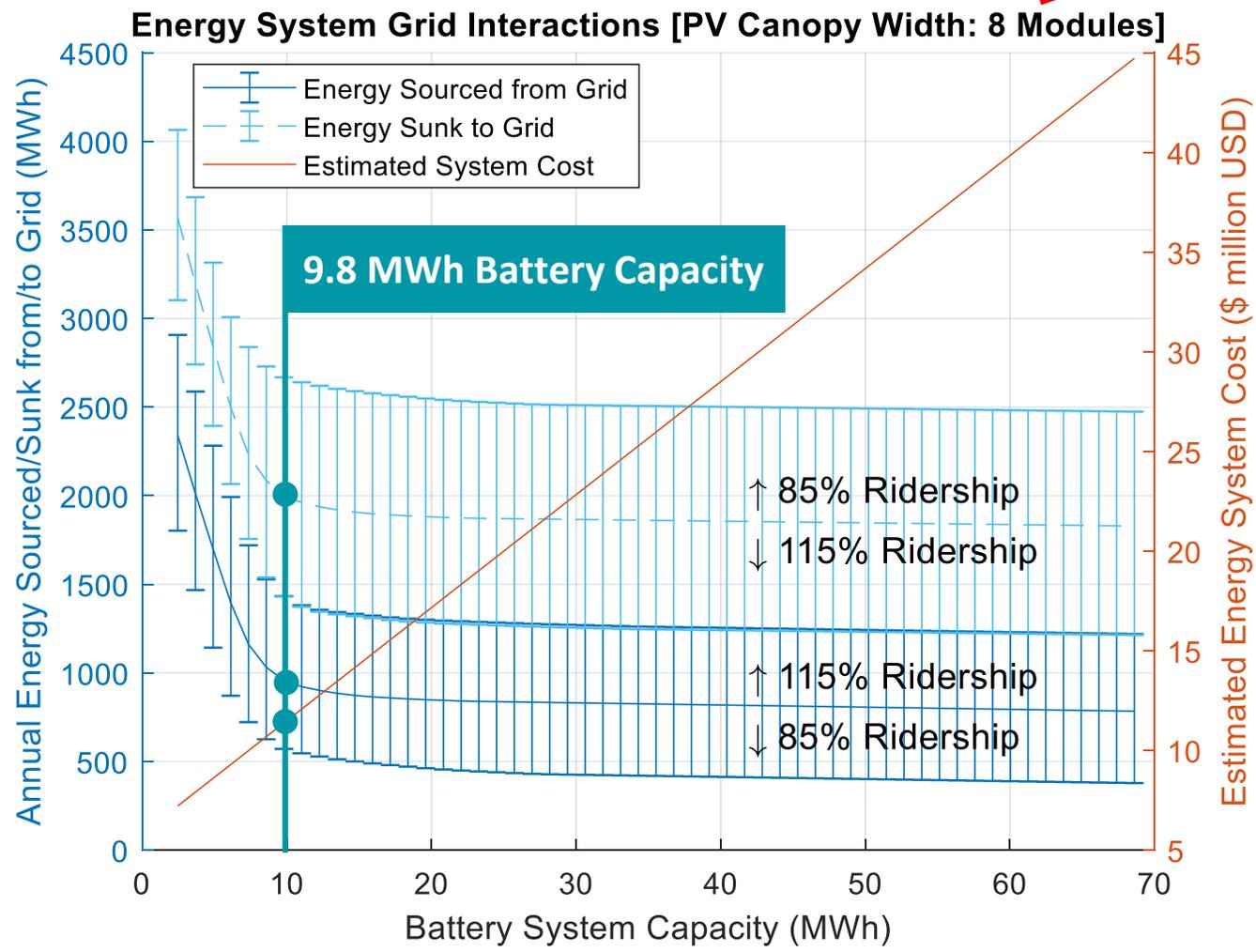
[E. J. Cross, "SJSU Park & Ride: Passengers by Stop and Hour Report 2019-2020," San José State University, San Jose, CA, 2020.]



Se desarrolló un modelo de energía transitoria para simular las interacciones entre los sistemas ATN, PV, red y batería.



Un dosel fotovoltaico de ocho módulos de ancho puede mantener la generación de electricidad positiva neta para una incertidumbre de pasajeros de $\pm 15\%$



Source: [h](#)

[rpack-in-japan](#)

Cuesta un 8% menos alimentar el ATN con energía solar que con la electricidad comprada a la red, según el cálculo del DOE LCOE de EE. UU.

$$\text{LCOE} = \frac{\sum_{t=1}^n \left[\frac{I_t + M_t + F_t}{(1+r)^t} \right]}{\sum_{t=1}^n \left[\frac{E_t}{(1+r)^t} \right]}$$

I_t : Investment Expenditures

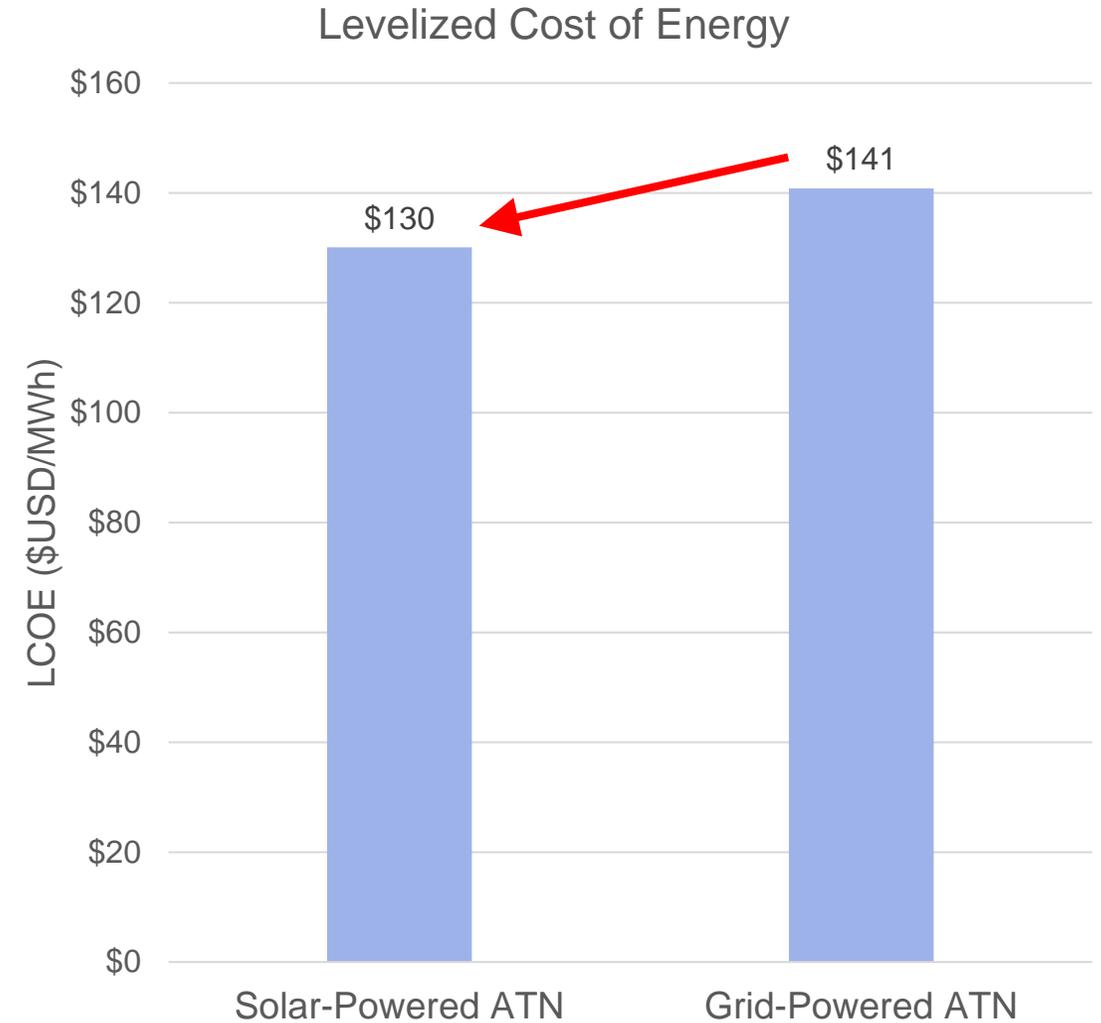
M_t : O&M Expenditures

F_t : Grid Expenditures

E_t : ATN Energy Demand

r : Discount Rate

n : Life of System



[D. Feldman, V. Ramasamy, R. Fu, A. Ramdas, J. Desai and R. Margolis, "U.S. Solar Photovoltaic System and Energy Storage Cost Benchmark: Q1 2020," National Renewable Energy Laboratory, Golden, CO, 2021.]

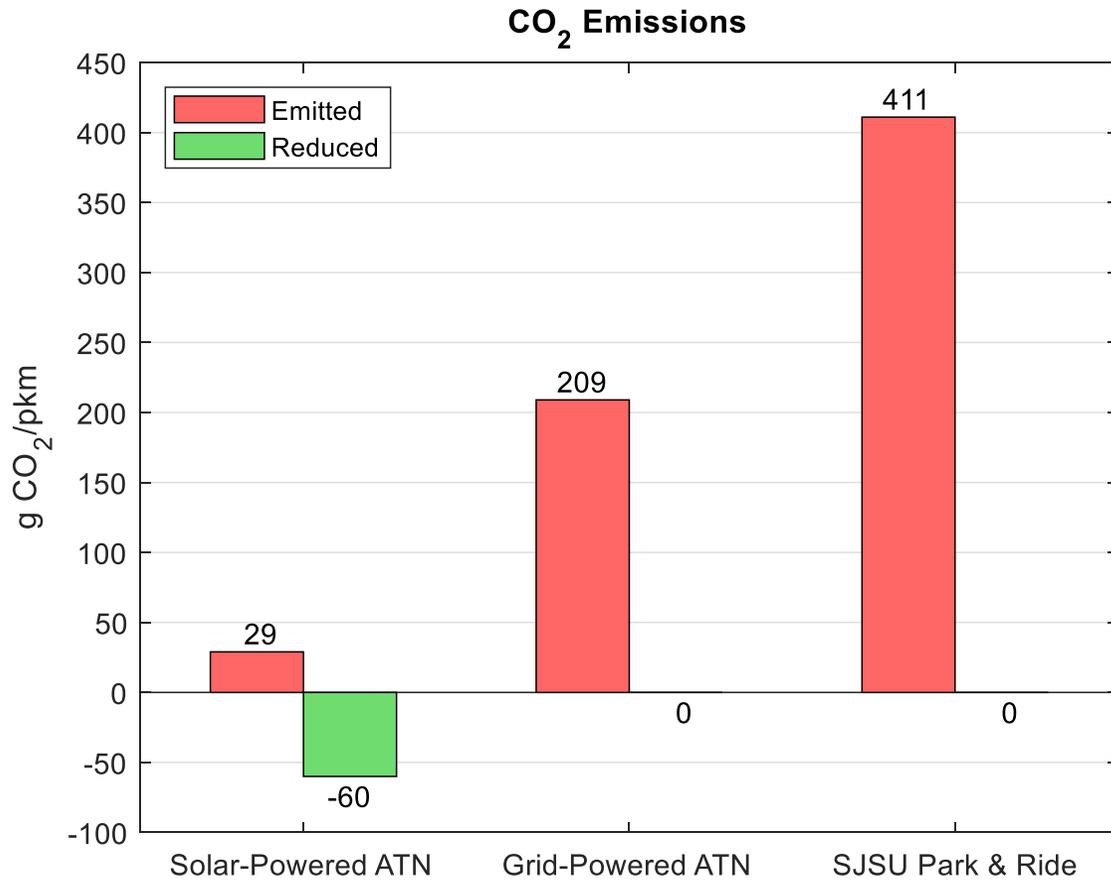
[Electricity Local, "San Jose Electricity Rates," 2021. [Online]. Available: <https://www.electricitylocal.com/states/california/san-jose/#ref>.]

[Lazard, "Lazard's Levelized Cost of Storage Analysis: Version 4.0," Hamilton, BM, 2018.]

[PG&E, "Surplus Energy Credit," 2021. [Online]. Available: https://www.pge.com/en_US/residential/solar-and-vehicles/green-energy-incentives/getting-credit-for-surplus-energy/getting-credit-for-surplus-energy.page.]

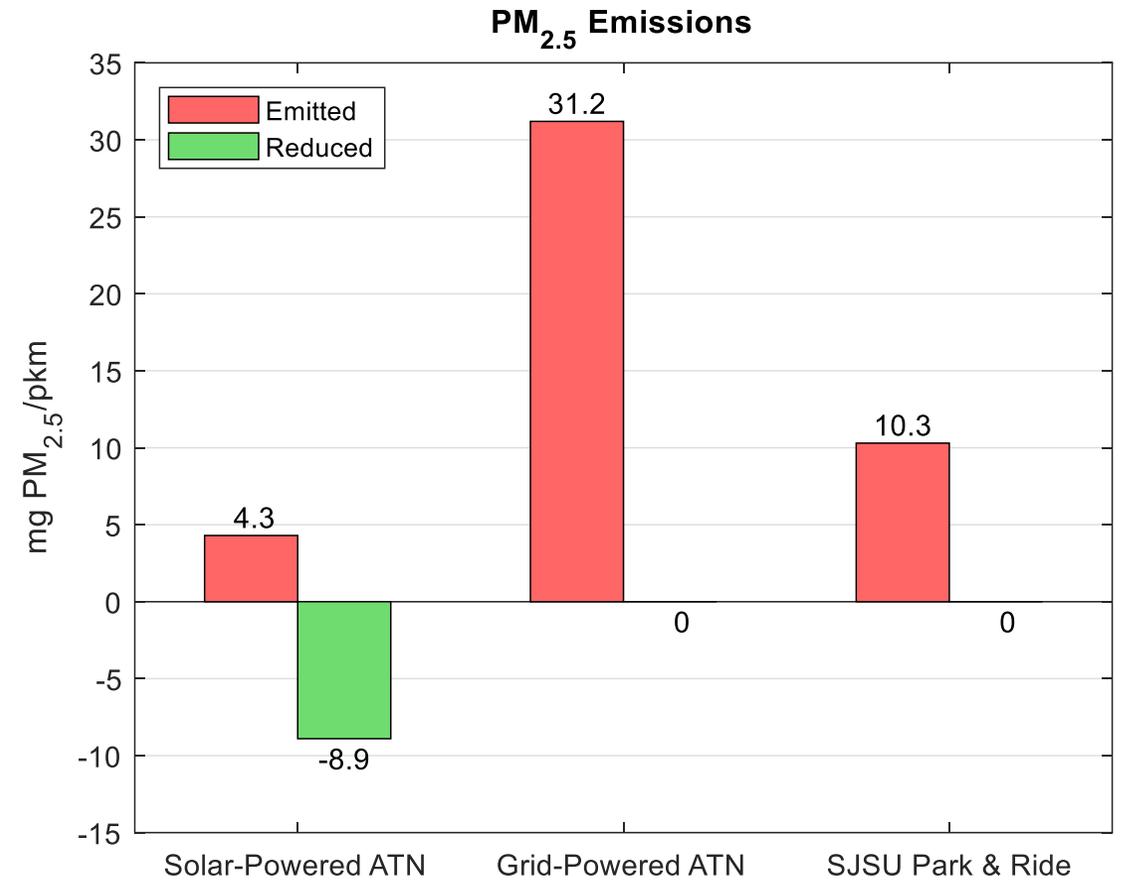
[U.S. Department of Energy, "Levelized Cost of Energy (LCOE)," DOE Office of Indian Energy, Washington, DC, 2015.]

La RTA alimentado por energía solar fue el único sistema en estudio que produjo emisiones netas negativas de CO₂ y PM_{2.5}



[City of San José, "2017 Inventory of Community Greenhouse Gas Emissions," ICLEI - Local Governments for Sustainability USA, San Jose, CA, 2019.]

[U.S. Energy Information Administration, "Carbon Dioxide Emissions Coefficients," February 2016. [Online]. Available: https://www.eia.gov/environment/emissions/co2_vol_mass.php.]



[Bureau of Transportation Statistics, "Estimated U.S. Average Vehicle Emissions Rates per Vehicle by Vehicle Type Using Gasoline and Diesel," U.S. Department of Transportation, April 2018. [Online]. Available: <https://www.bts.gov/content/estimated-national-average-vehicle-emissions-rates-vehicle-type-using-gasoline-and->]

[U.S. Environmental Protection Agency, "Estimating Particulate Matter Emissions for eGRID," Washington, DC, 2020.]

El sistema de energía viable tiene una potencia fotovoltaica nominal de 6,2 MW y una capacidad de batería de iones de litio de 9,8 MWh.



Experiencia del usuario en un viaje promedio

Reemplazo del servicio de transporte lanzadera del campus de SJSU Norte-Sur

Llegada a la estación



Programación del viaje



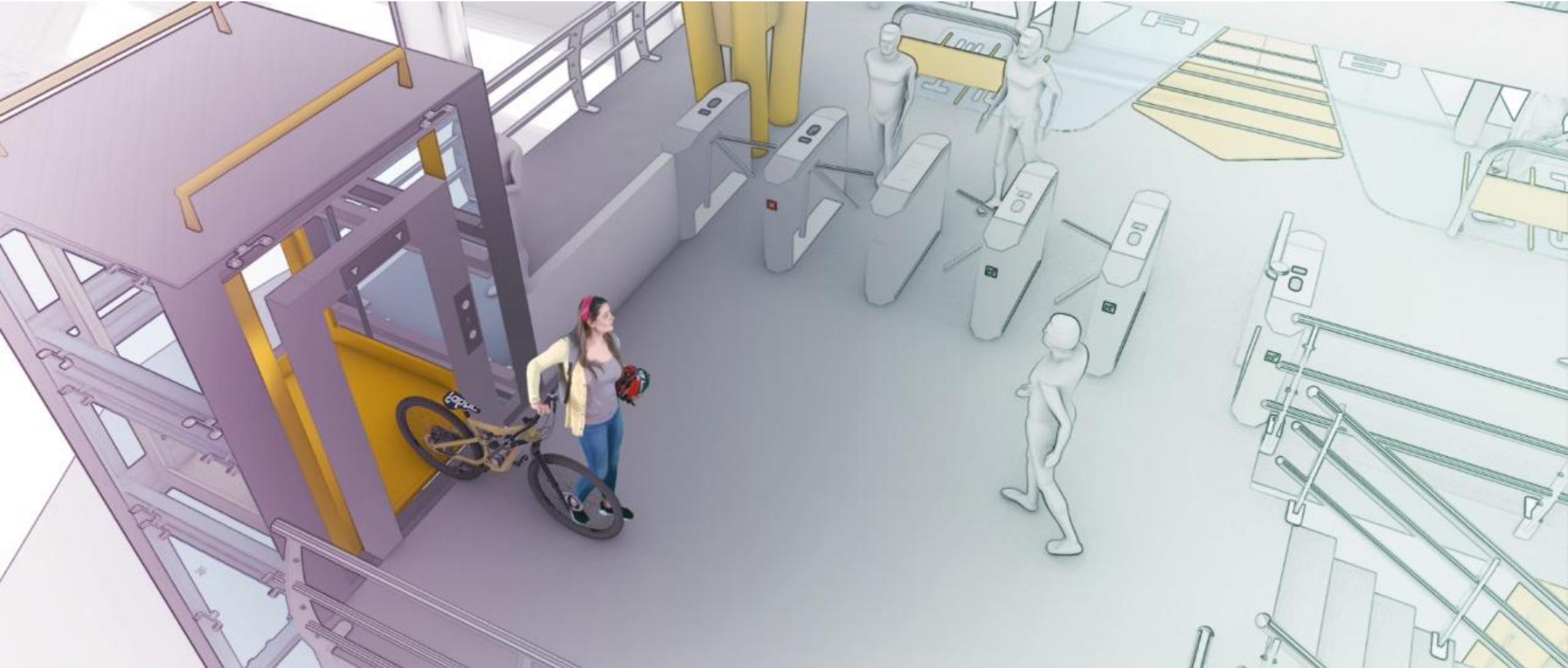
Subiendo a la plataforma



Subiendo por elevador, que opera para personas con capacidades diferentes



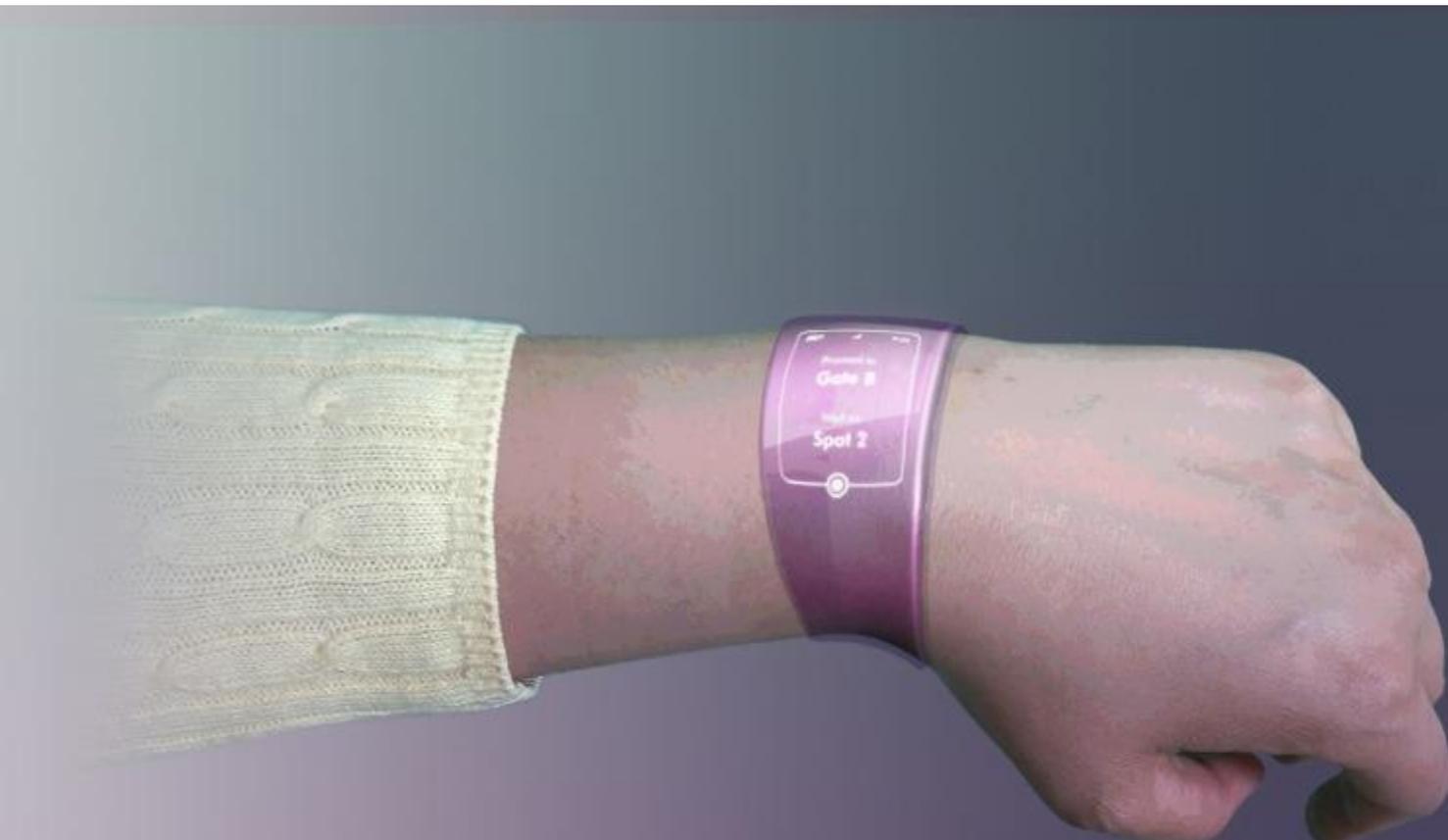
Vestíbulo de control de acceso



Torniquetes para control de acceso



Indicaciones de puerto de salida y número de asiento



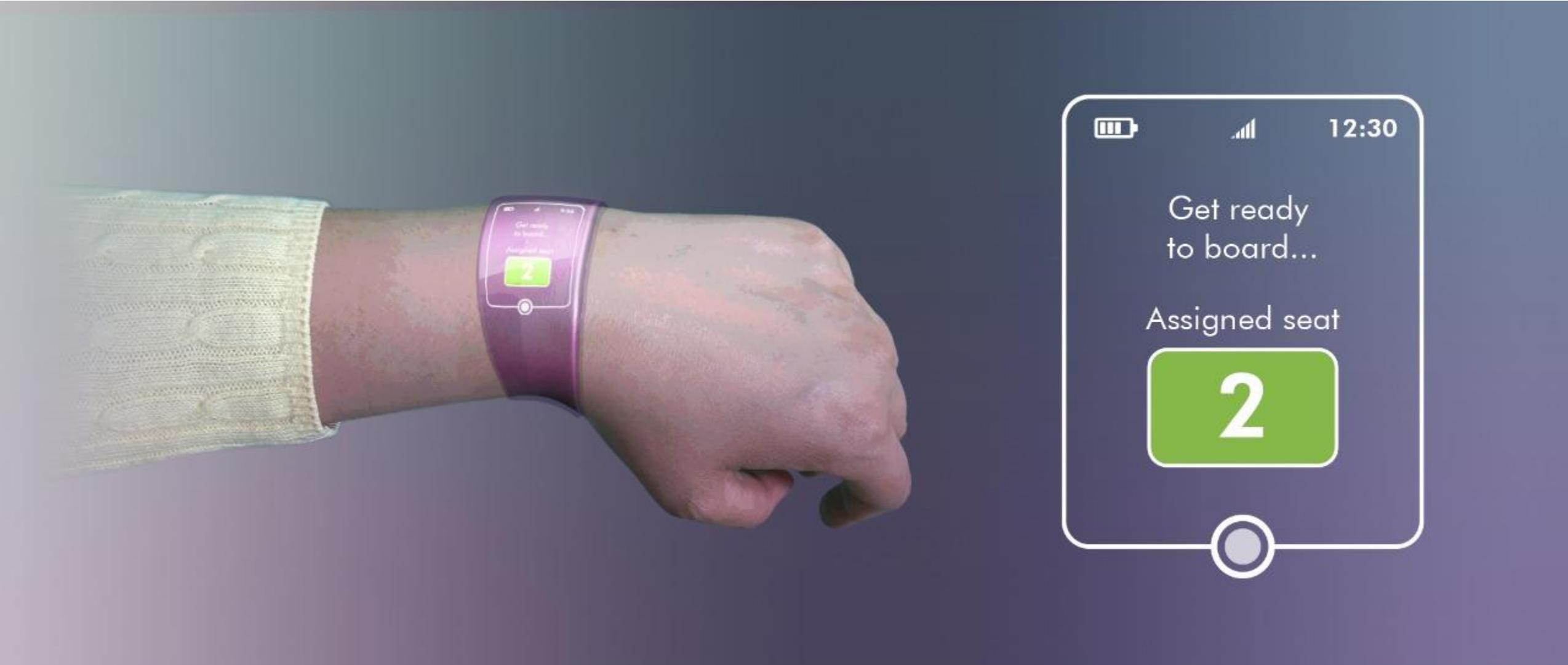
Dentro del andén de embarque



En espera del arribo del POD-CAR



Aviso de aproximación del POD CAR para abordaje



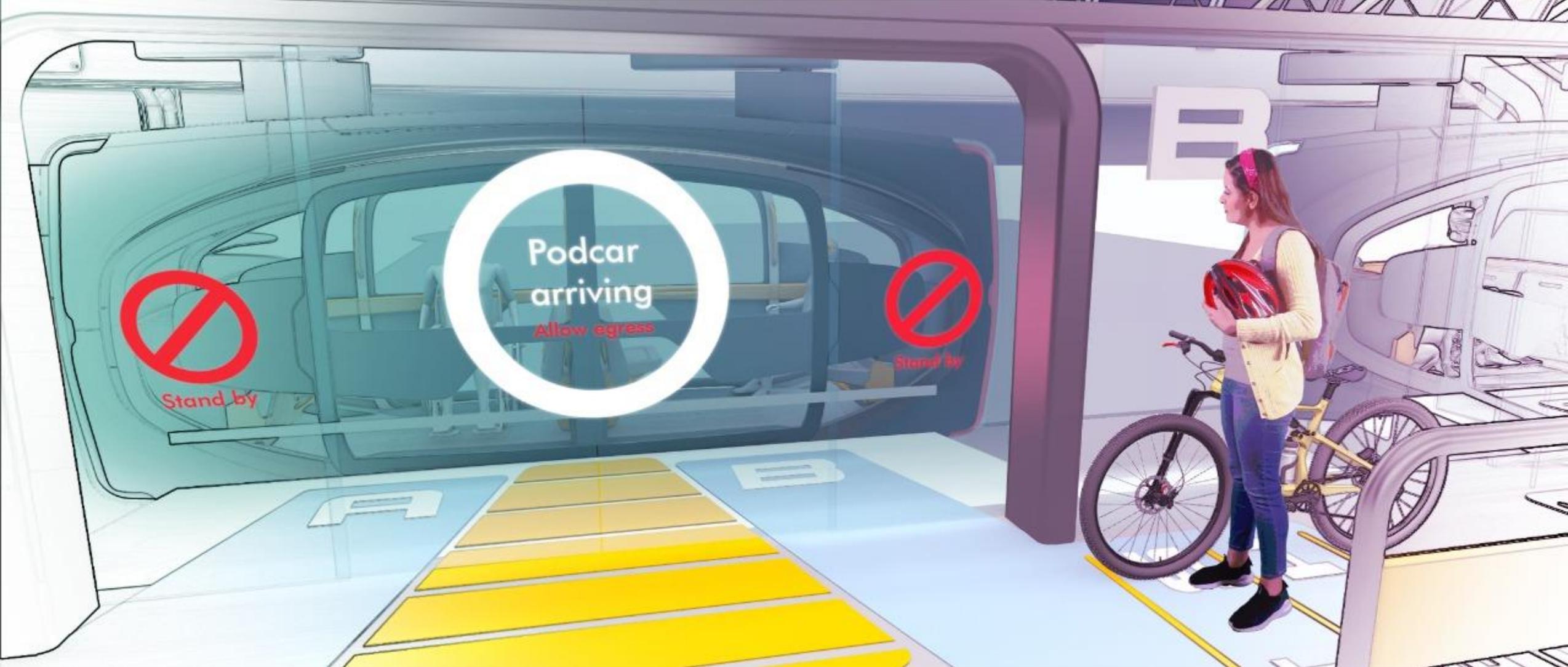
Principio de
mecanismo para
cambio de vía y
acercamiento a la
plataforma de
embarque

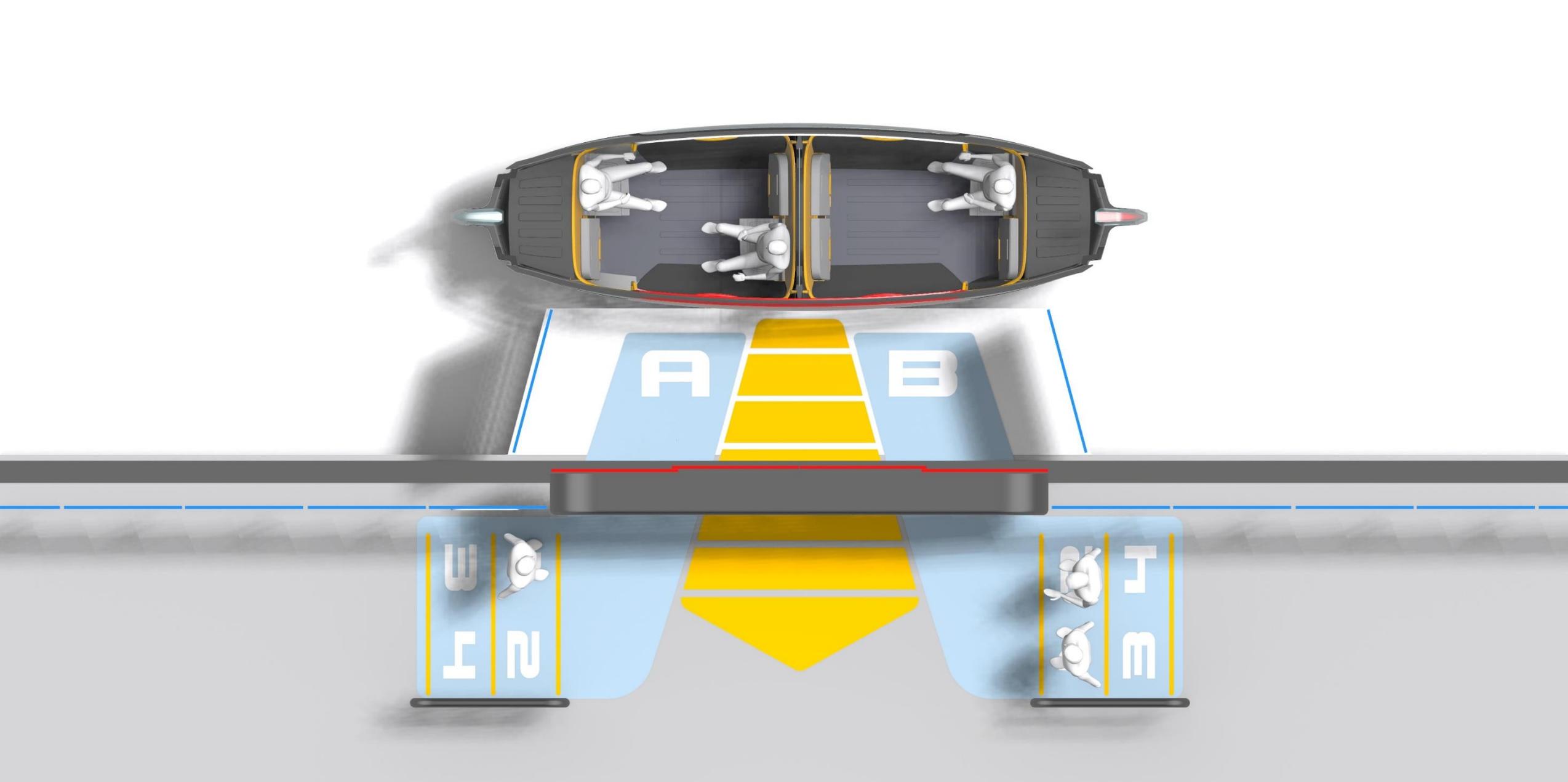


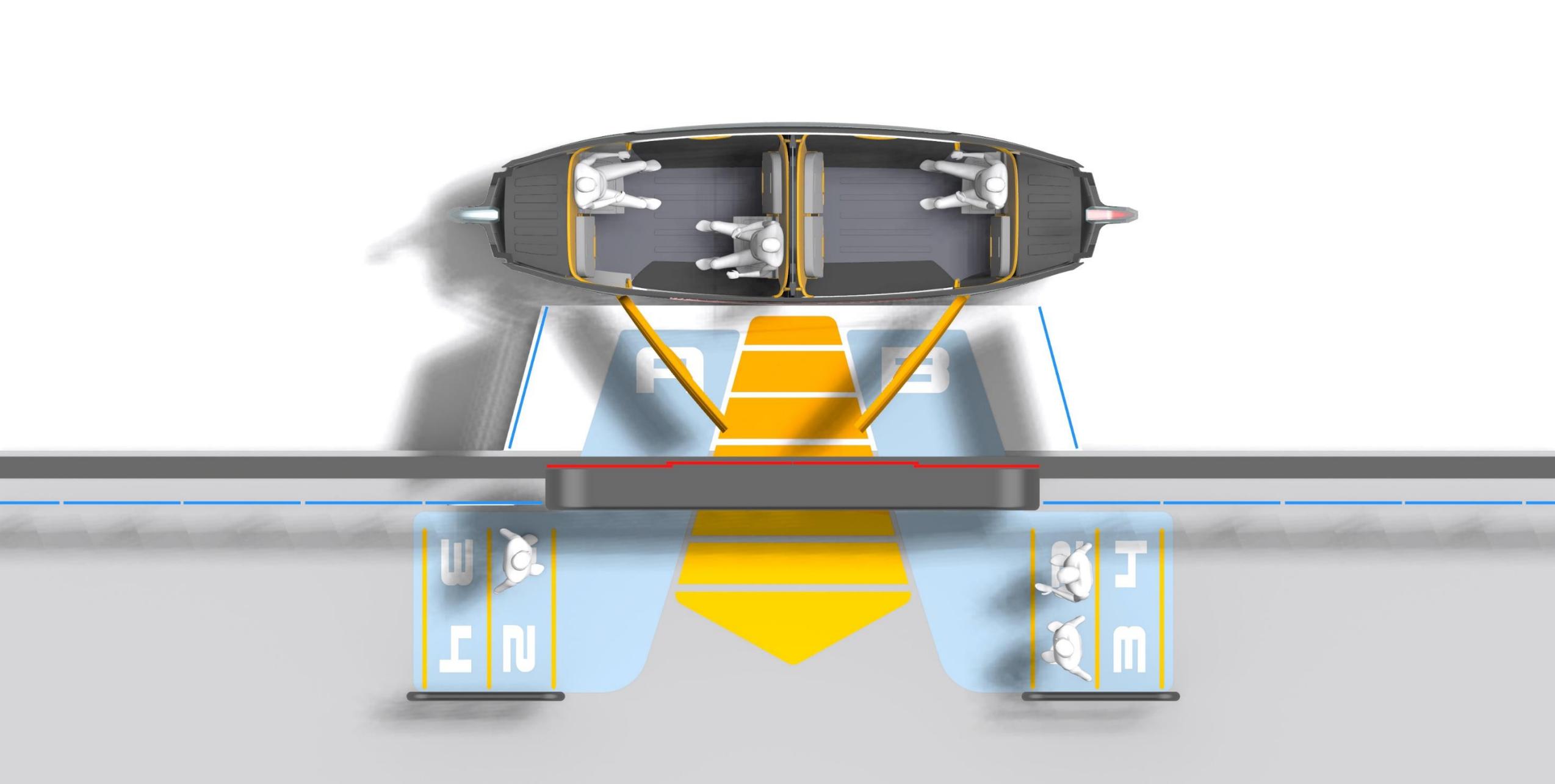
Anclaje de POD CAR (góndola) al puerto de embarque



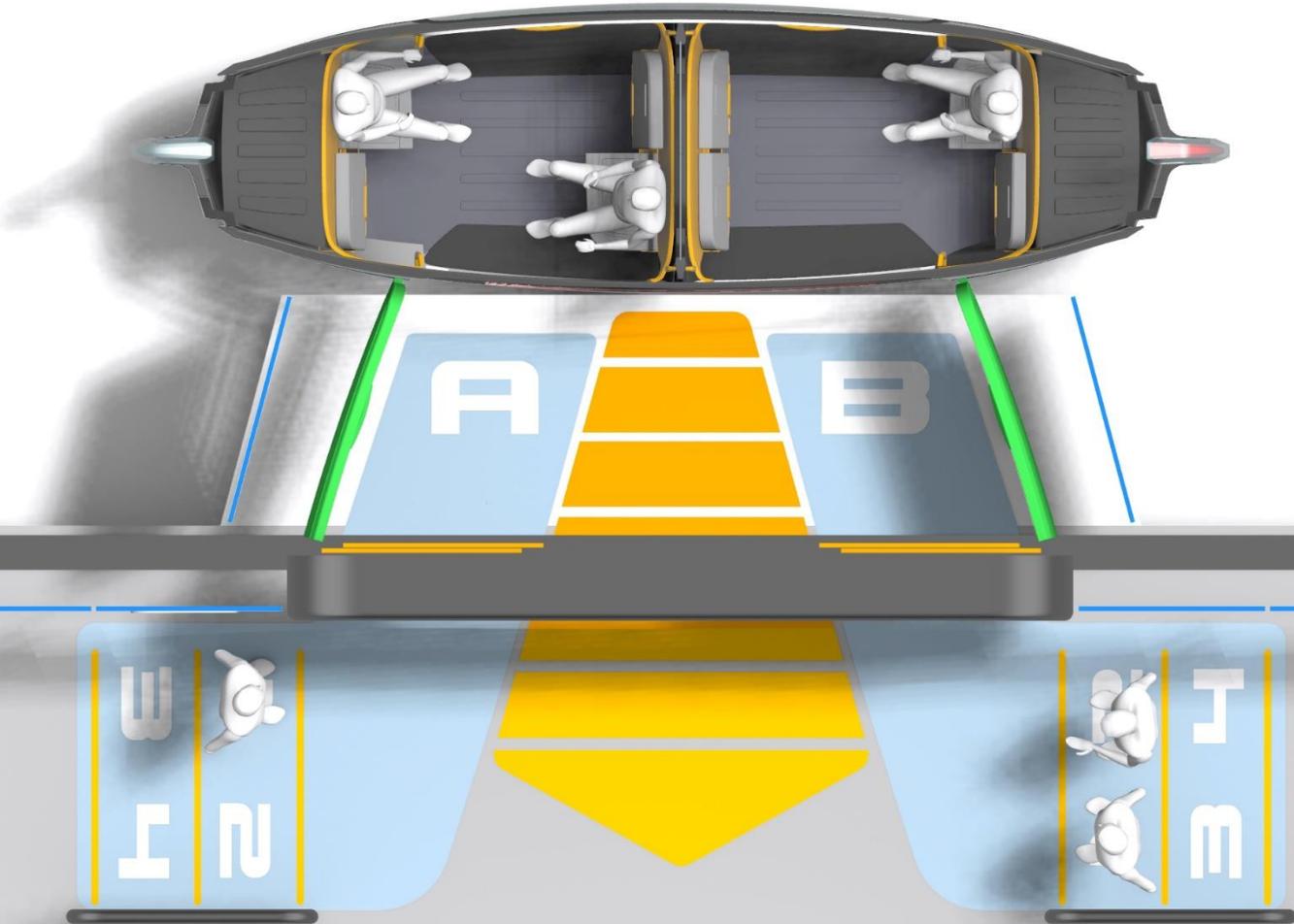
POD CAR arribando

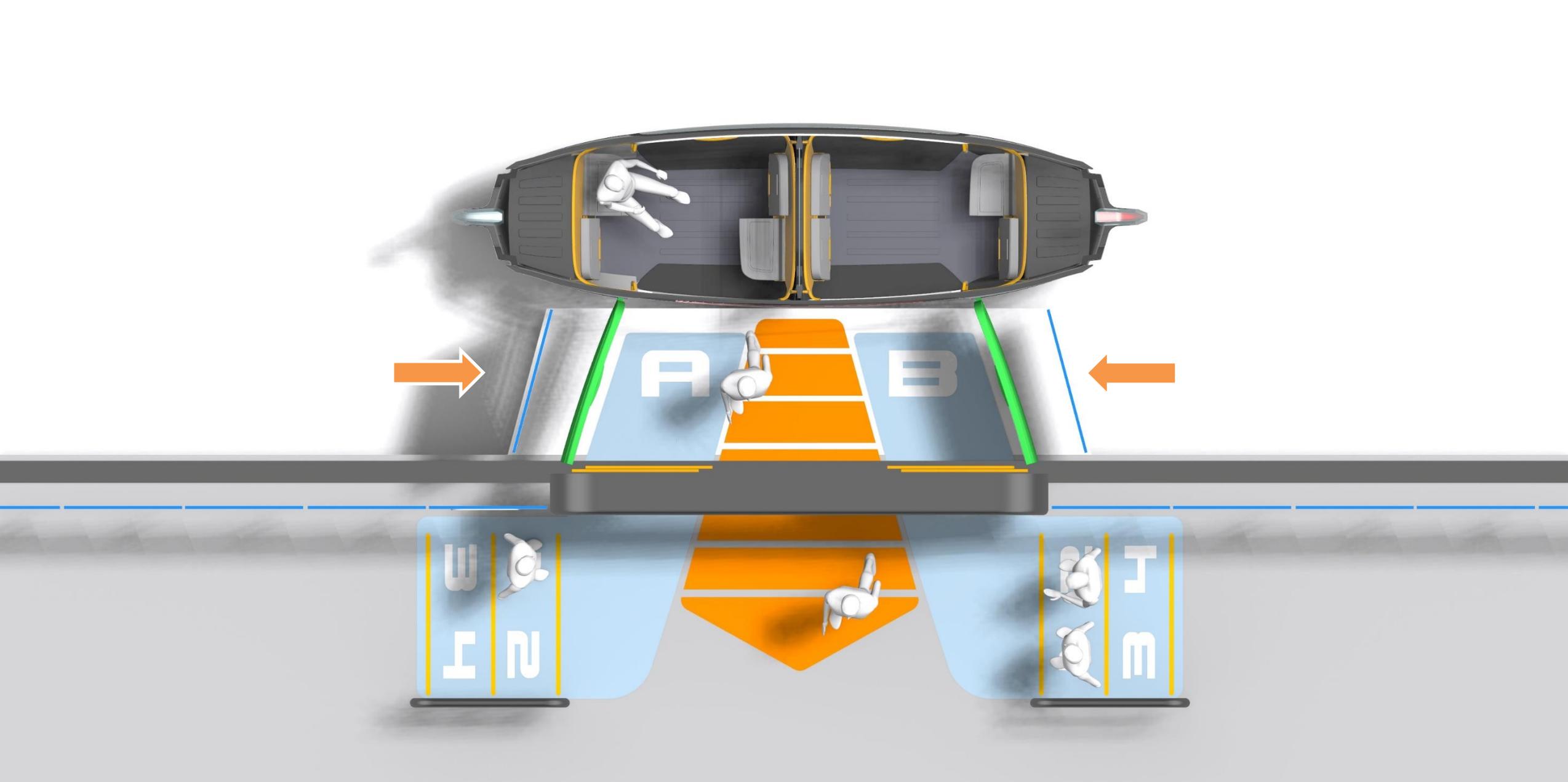




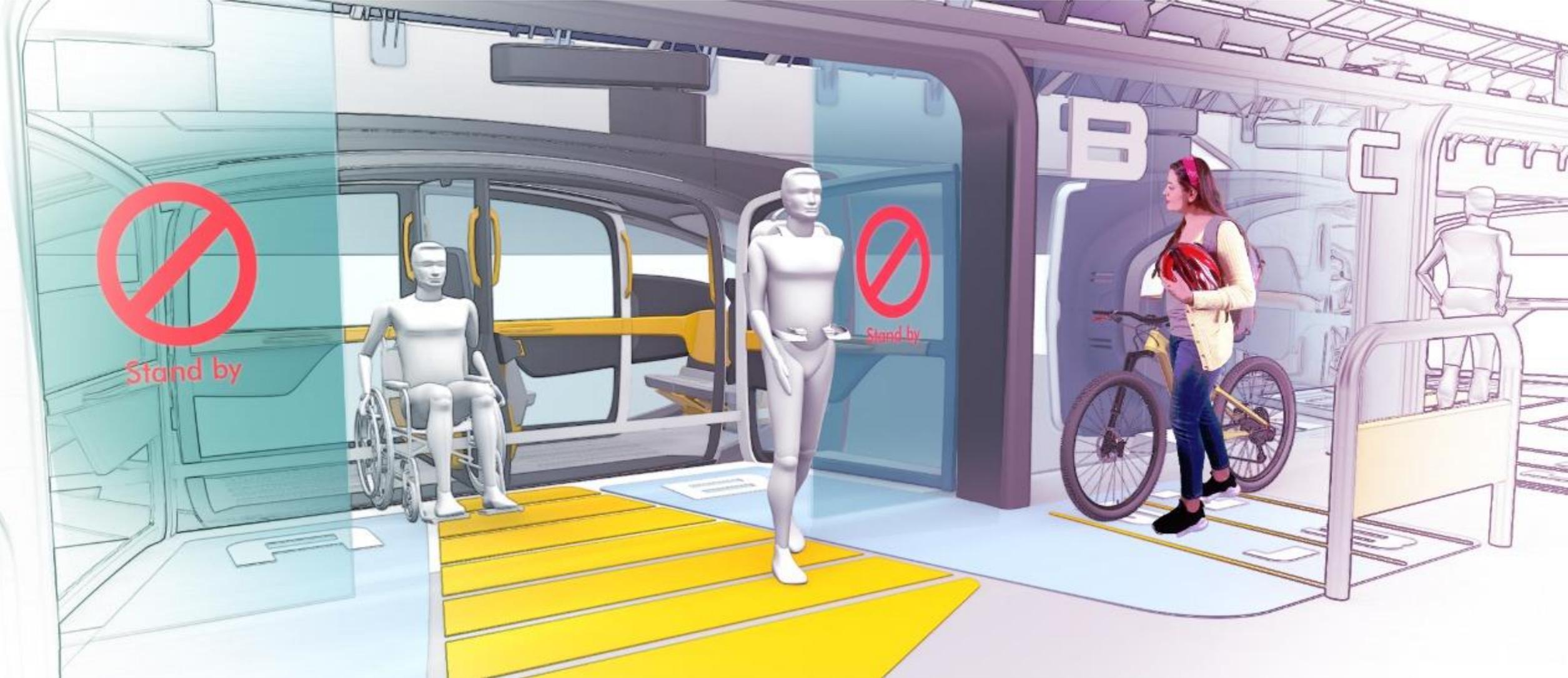


Las puertas del
POD CAR sirven
de protección





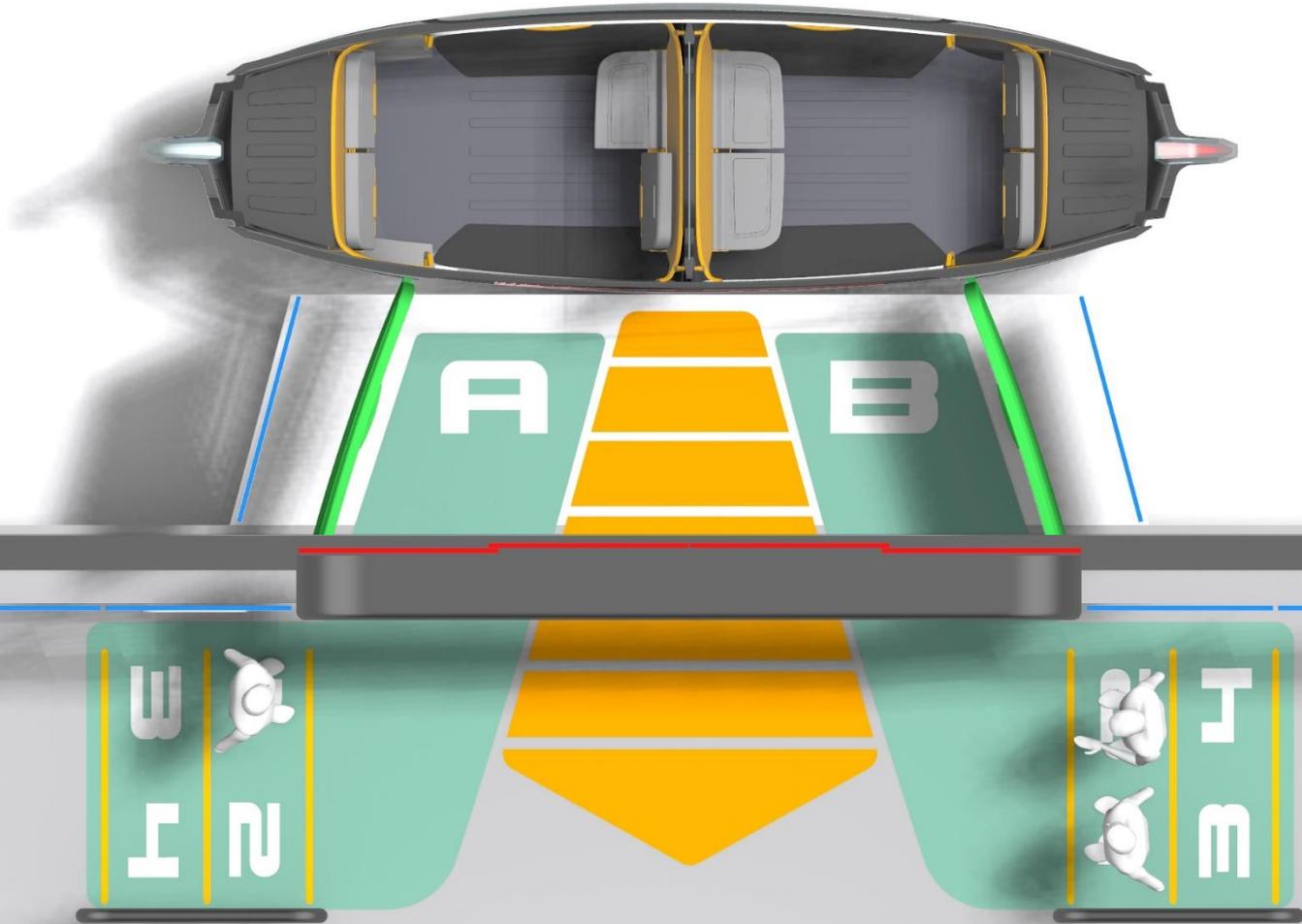
En espera para abordar, las puertas solo permiten el egreso



Proceso de sanitización



Puertas de acceso se cierran para sanitización



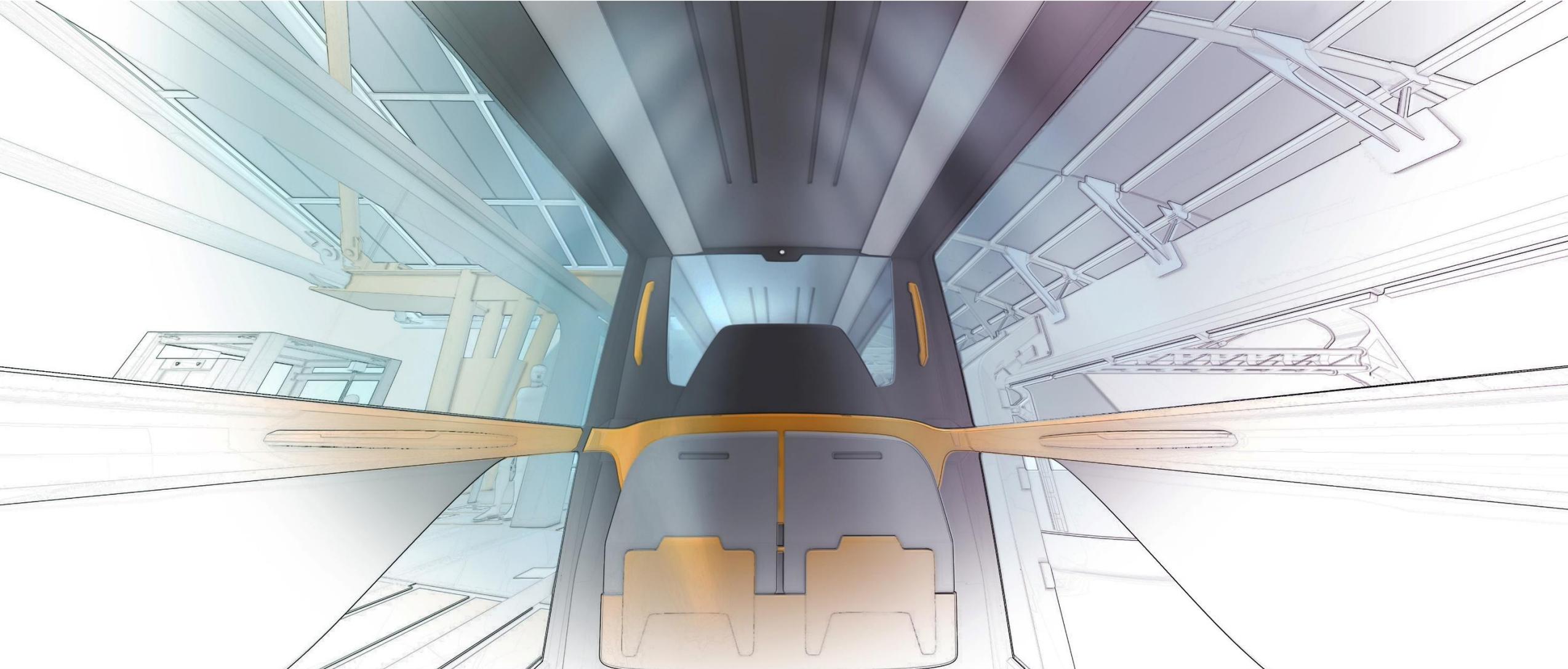
Flujo de sanitizante por aspersión desde el techo



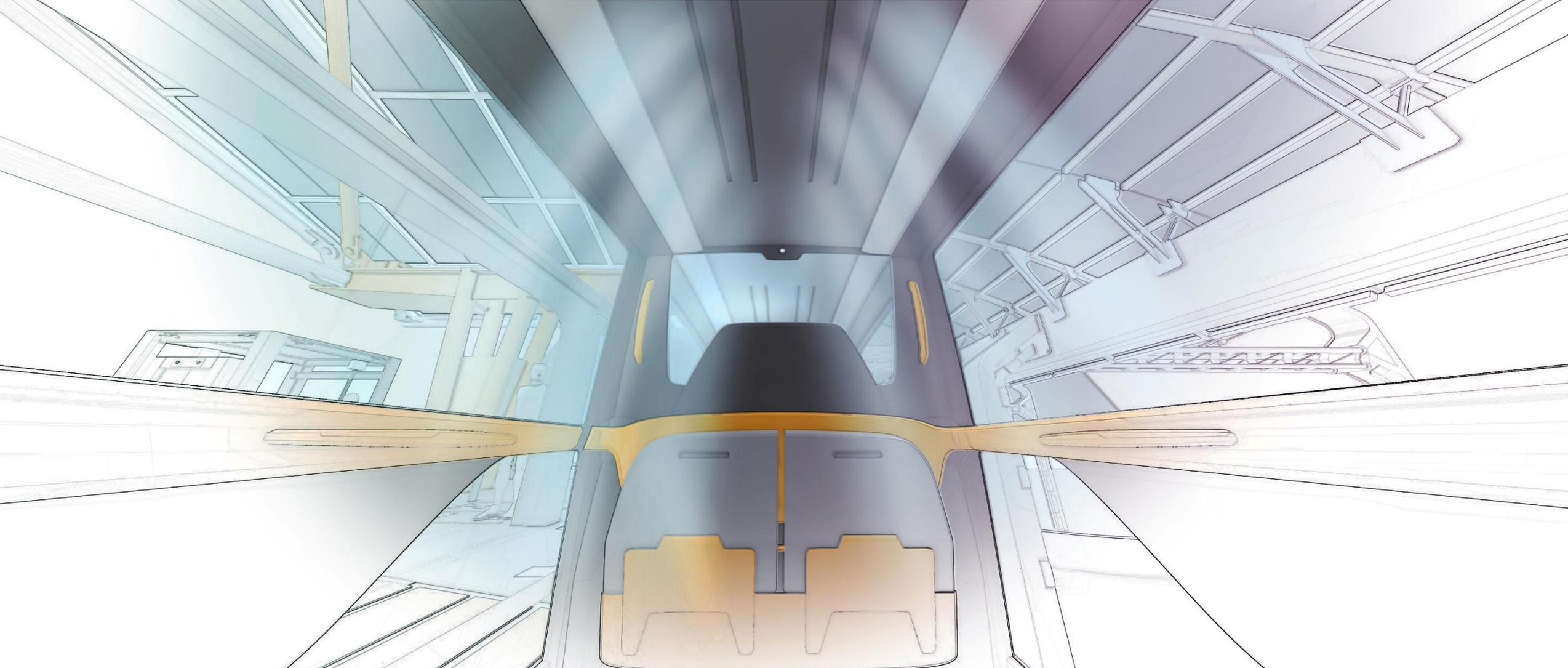
Moderado



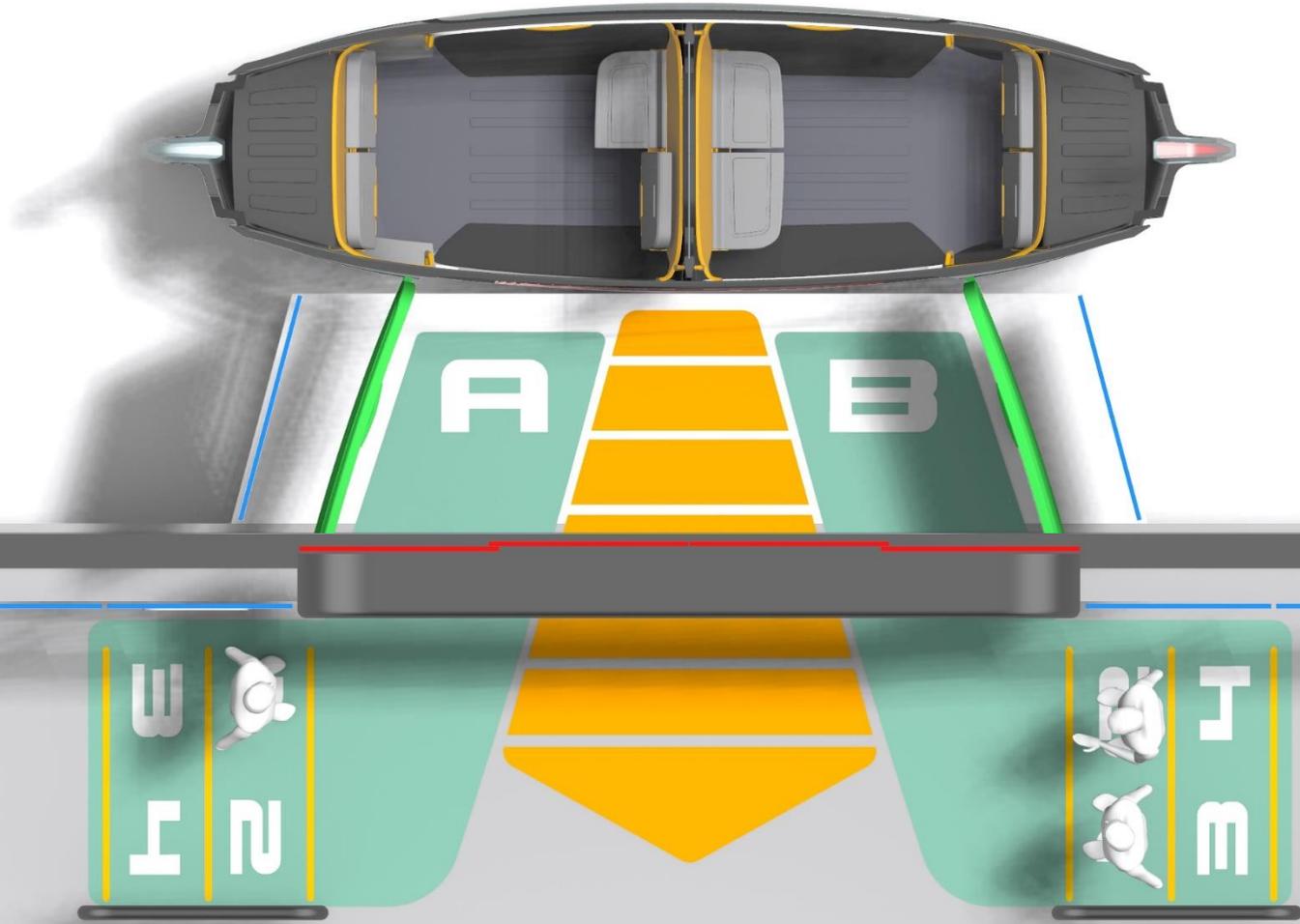
Intermedio



Concentrado



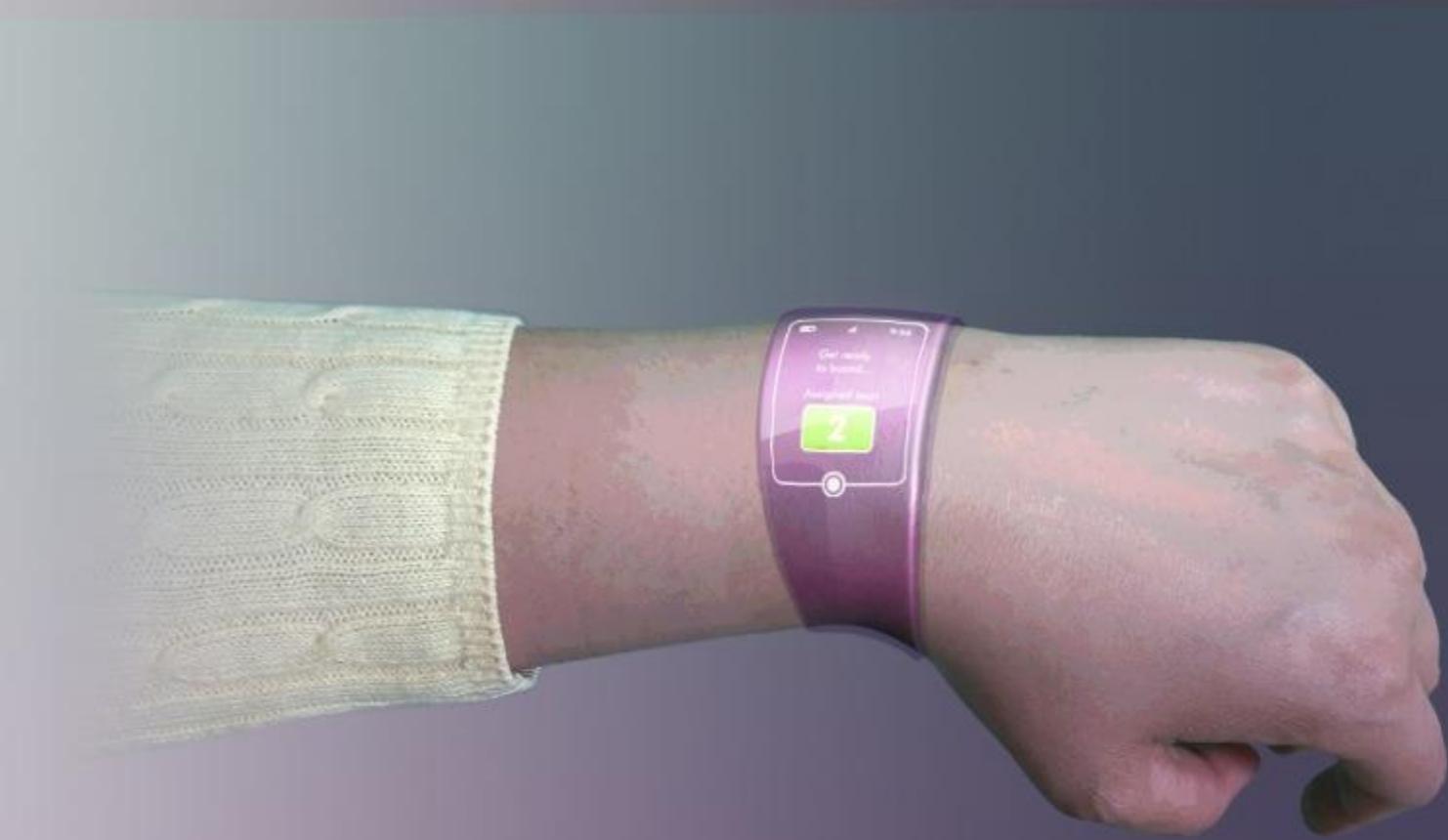
Sanitización
terminada



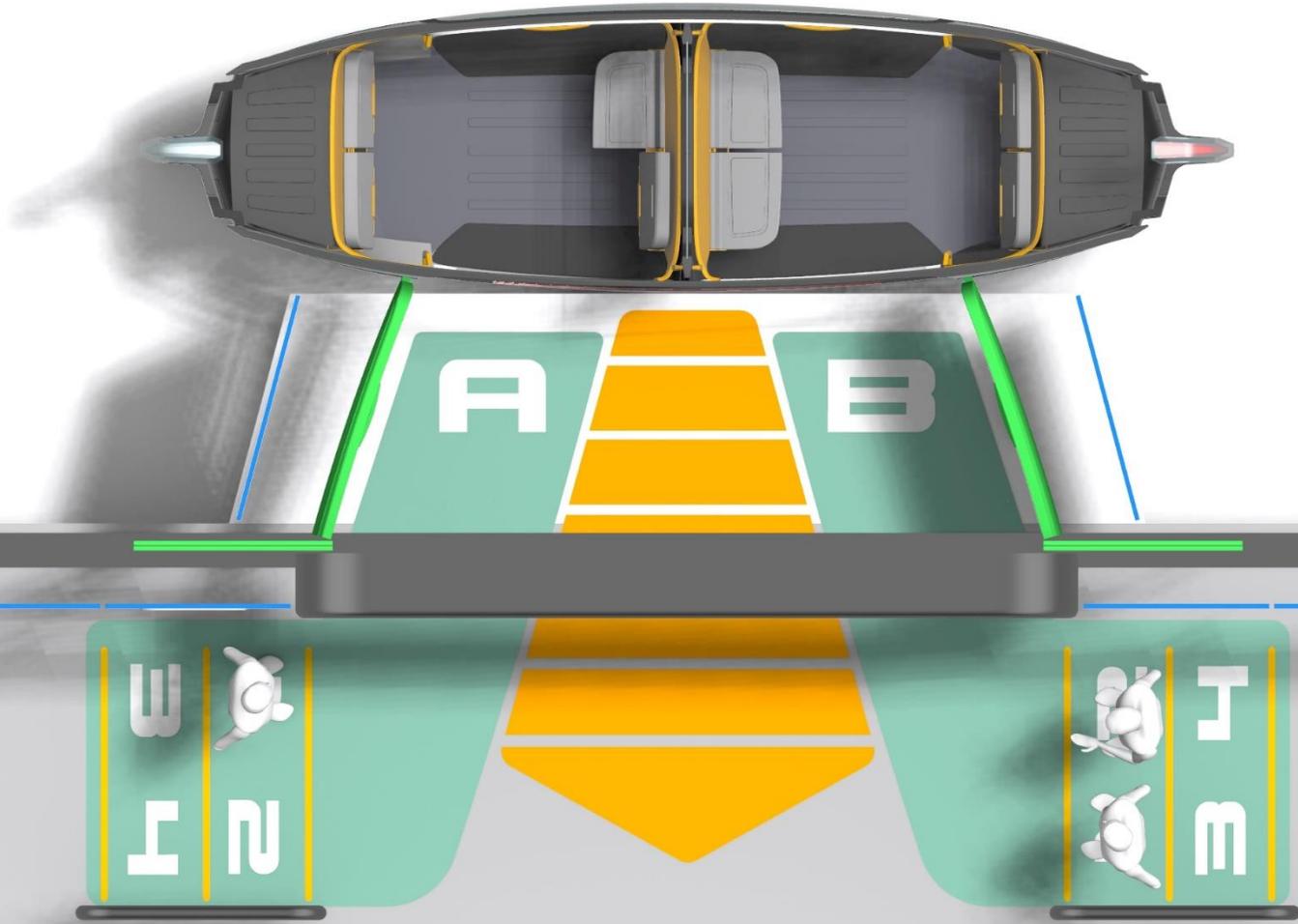
Saludo del sistema e indicación de compartimento y número de asiento



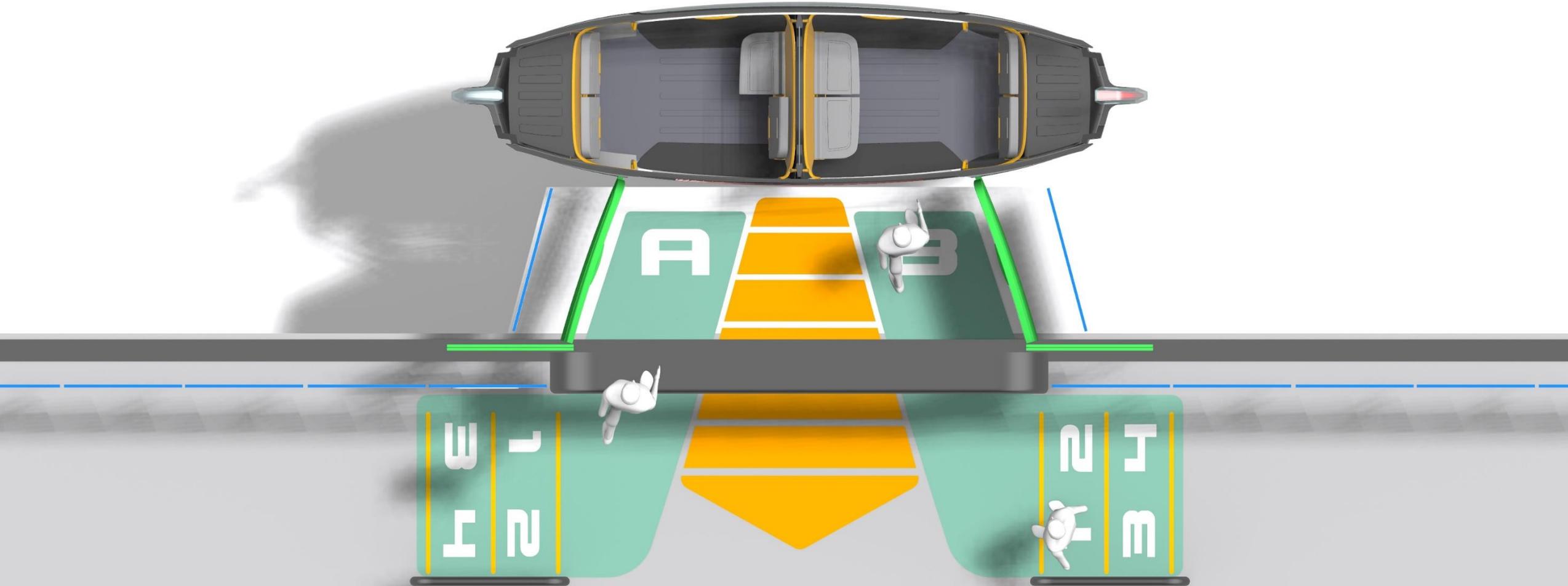
Corroboración de asiento asignado



Reapertura de puertas de abordaje



Ingreso al POD CAR



Compartimiento asignado



Identificación de asiento asignado



Identificación de asiento asignado



Desbloqueo de asiento asignado



Ingreso al POD CAR



Preparándose para salir

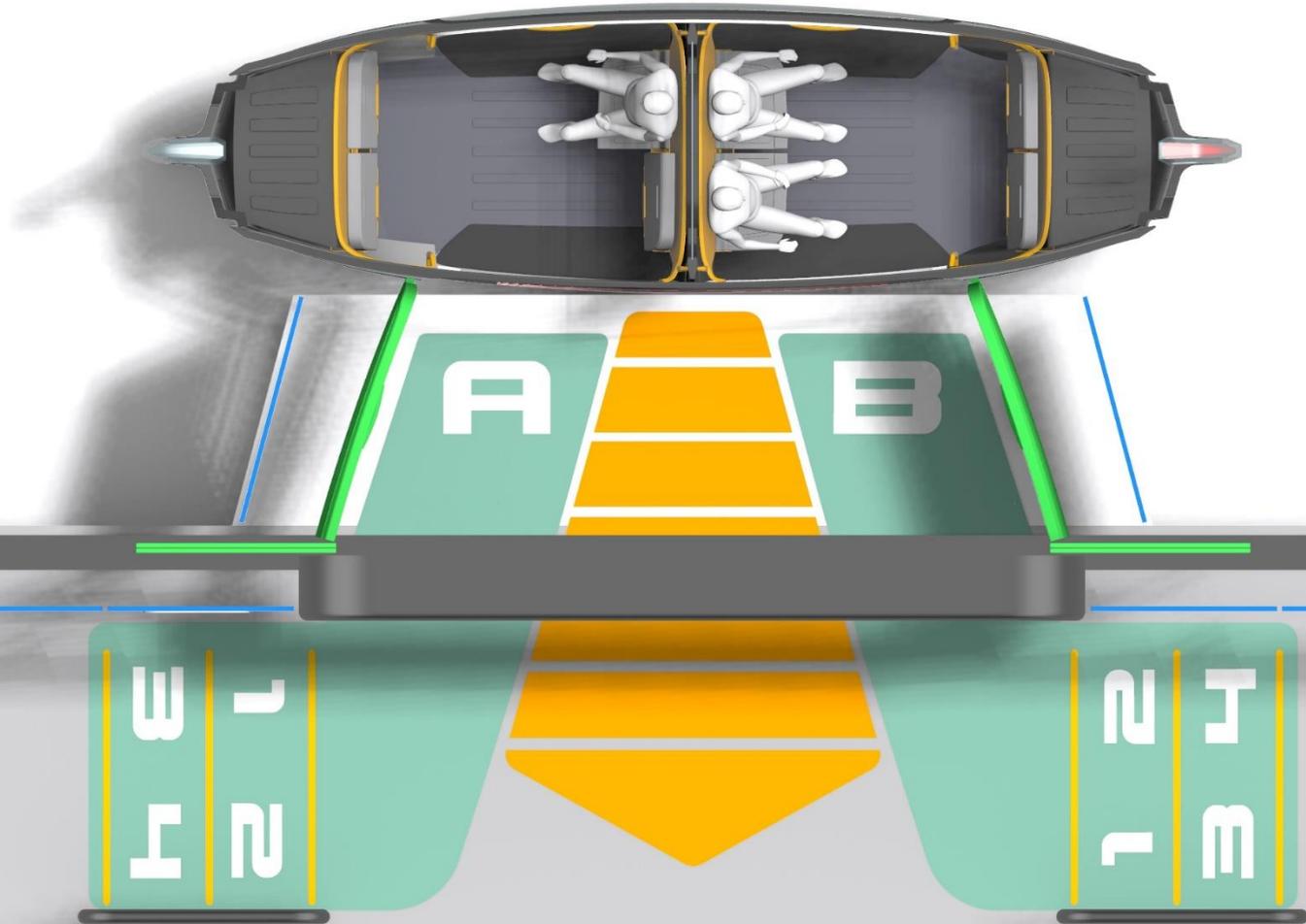


Preparándose para salir

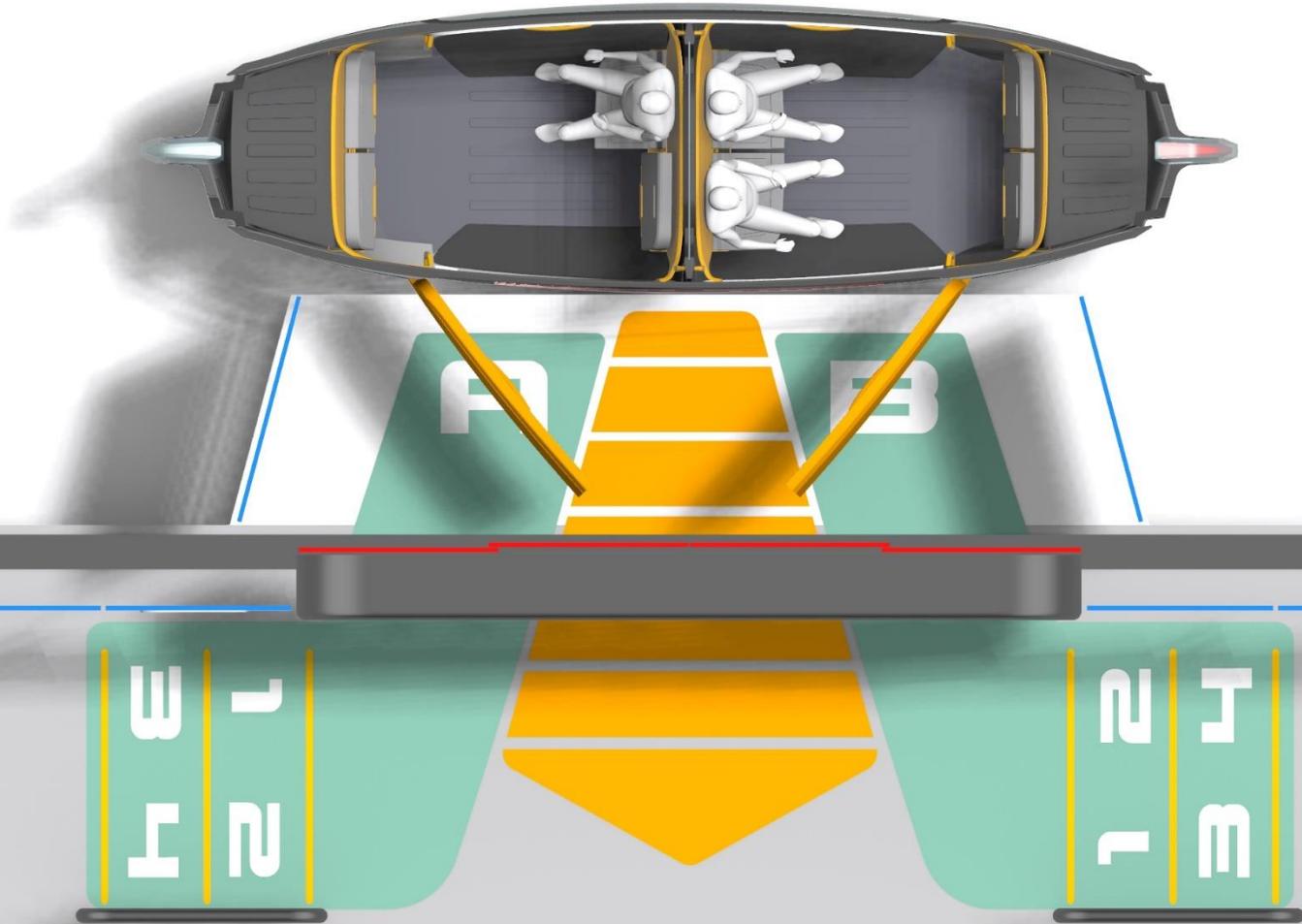
Favor de colocar su cinturón de seguridad



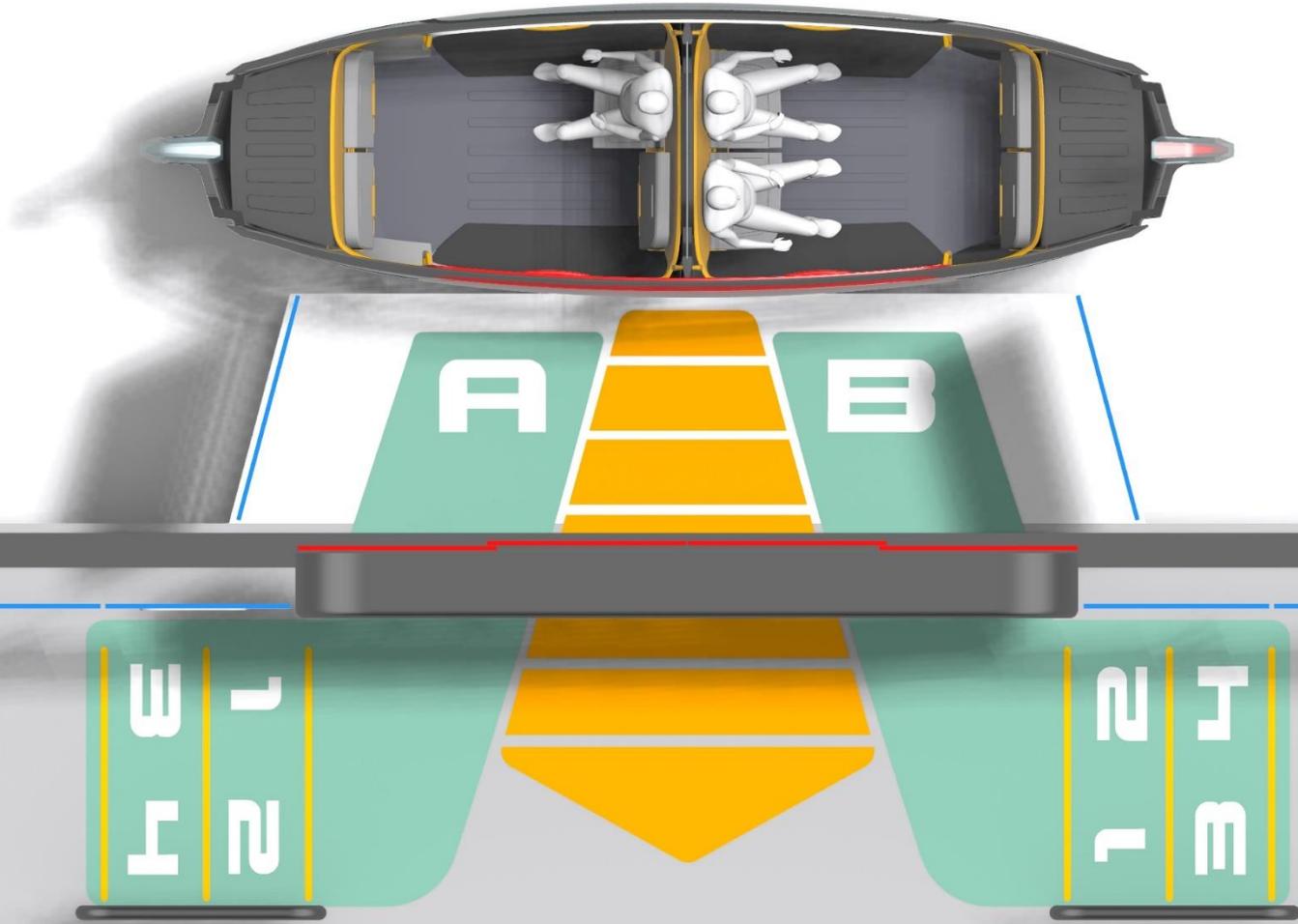
Cierra de puertas



Cierra de puertas

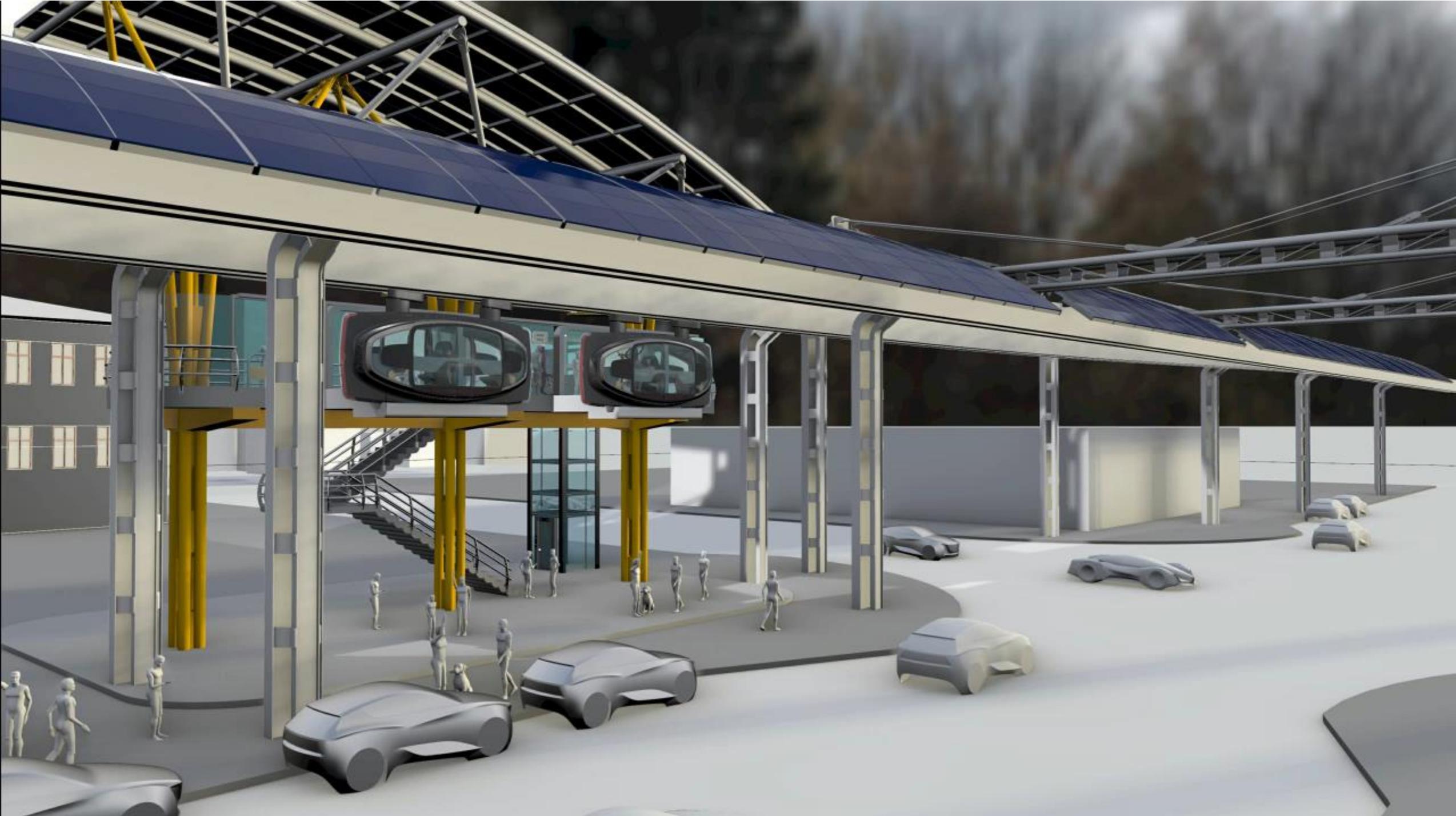


Cierra de puertas



Corroboración de cinturón de seguridad





Disfrutando el viaje



Recordatorio de “olvido de pertenencias”



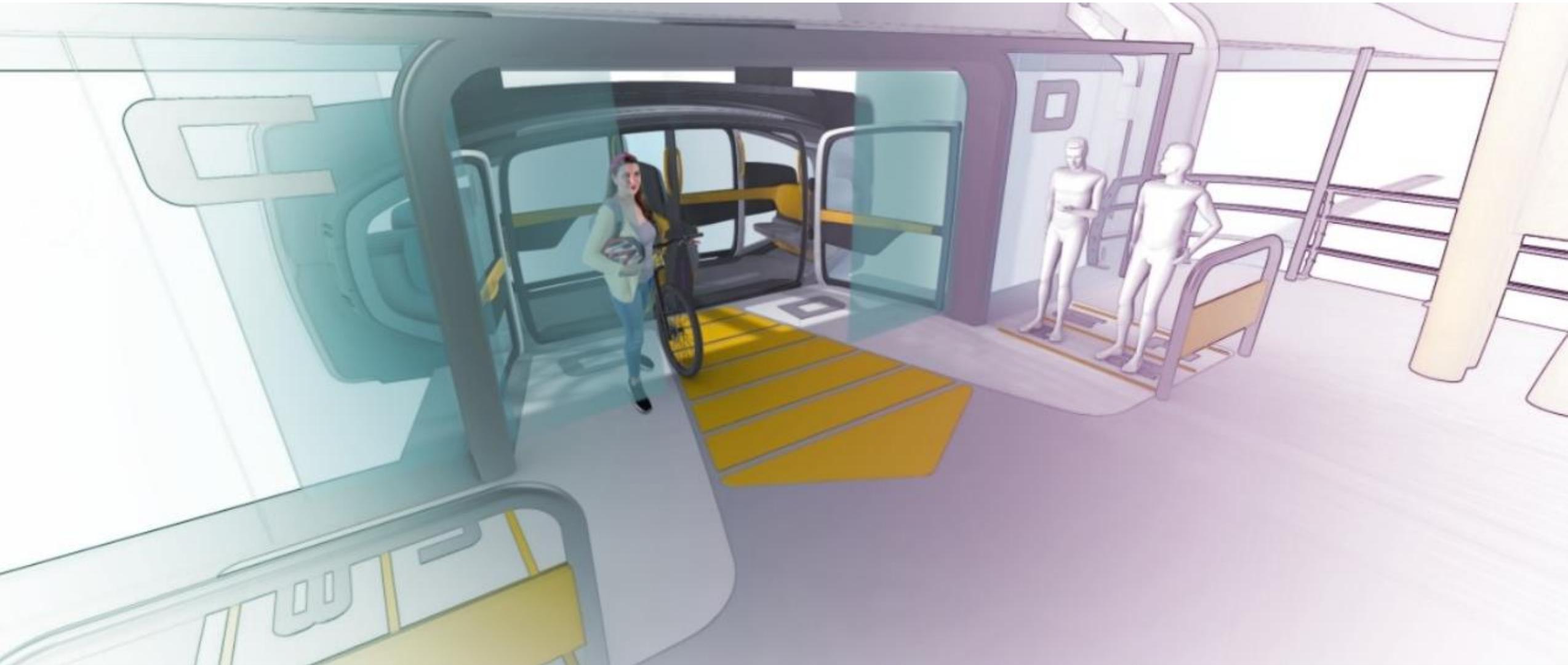
Desmontaje de bicicleta - egreso por puerta simétrica



Salida del POD



Salida del POD



Bajando por rampa al nivel de calle



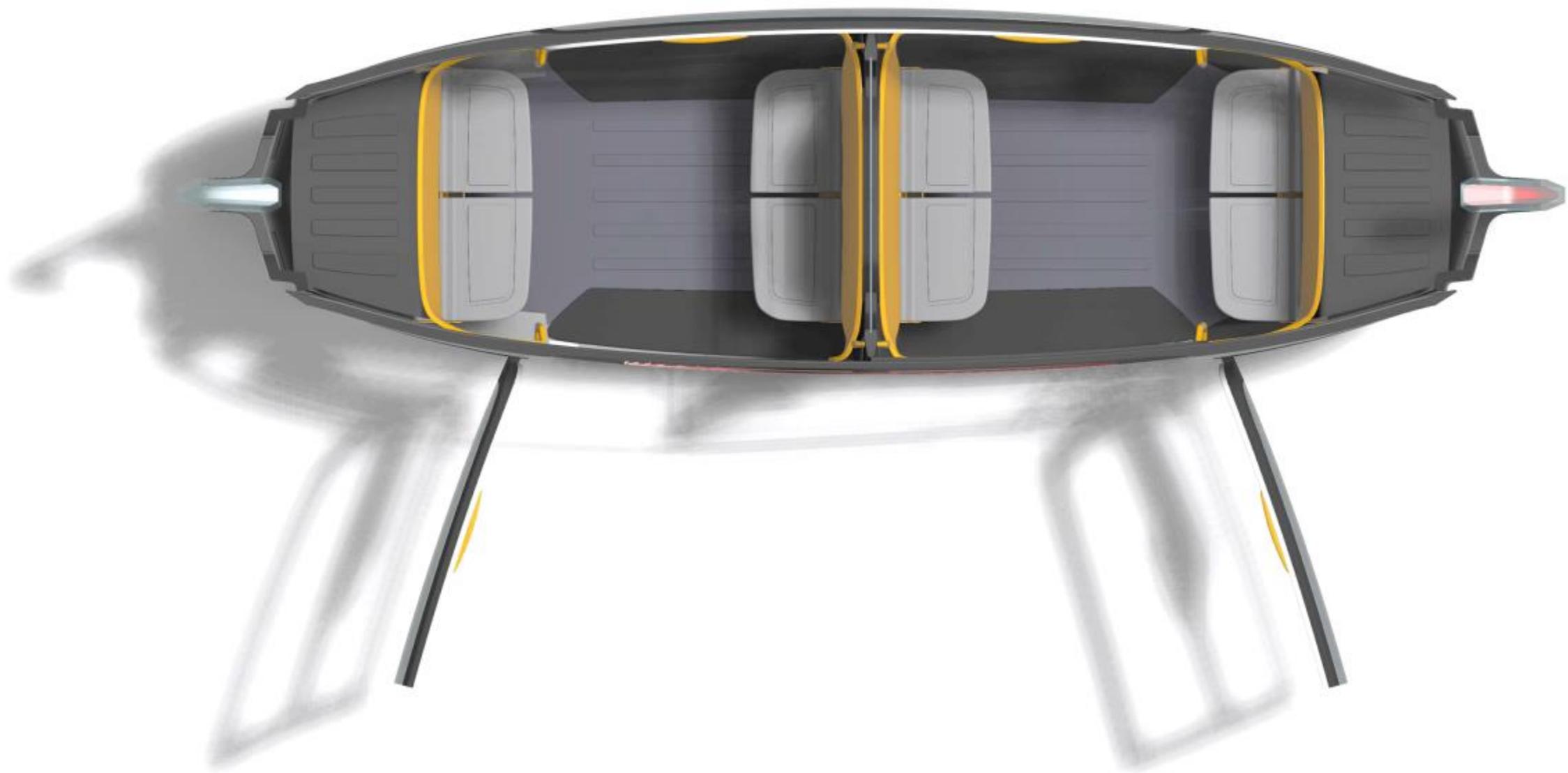
De regreso a casa...

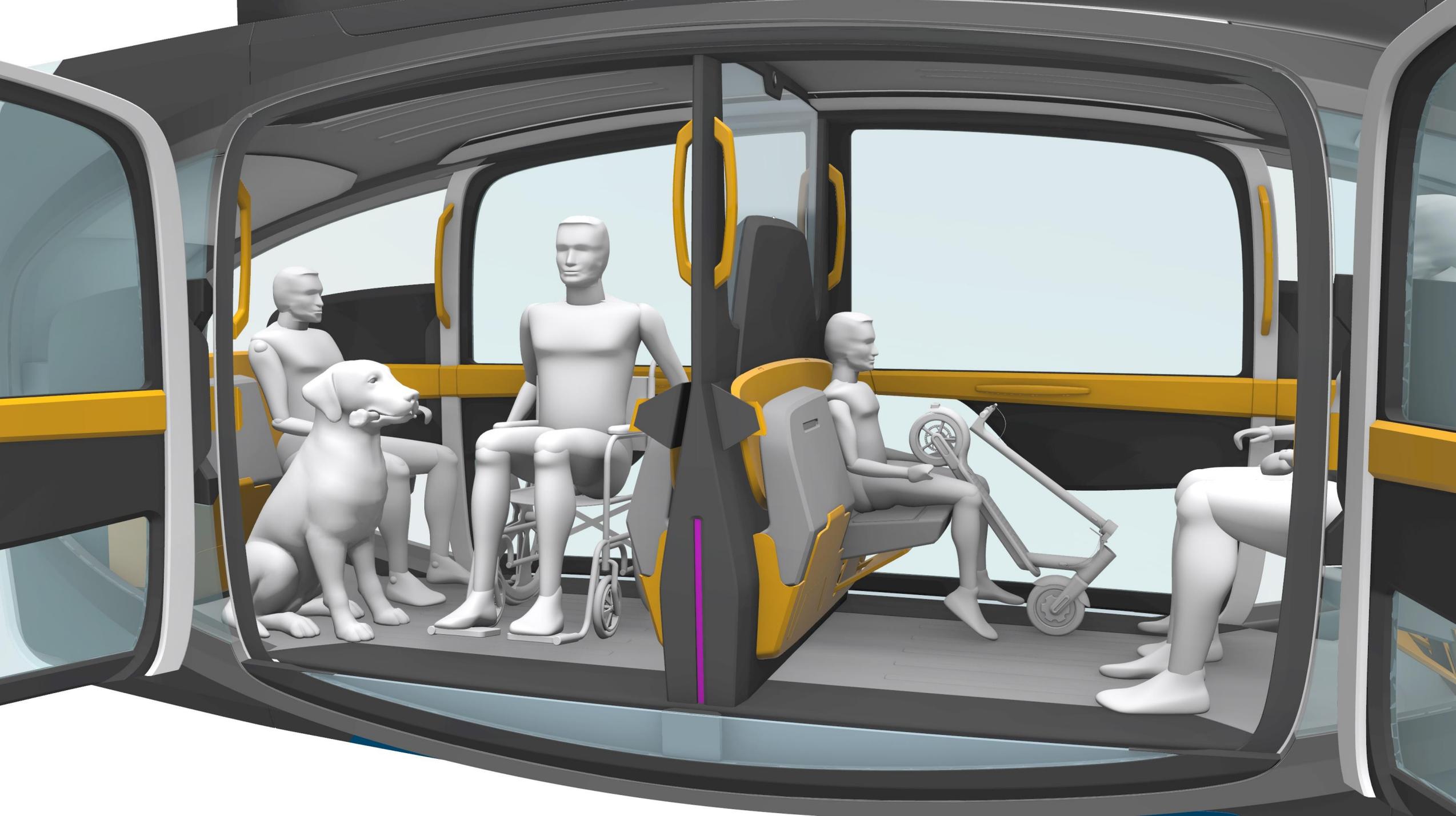


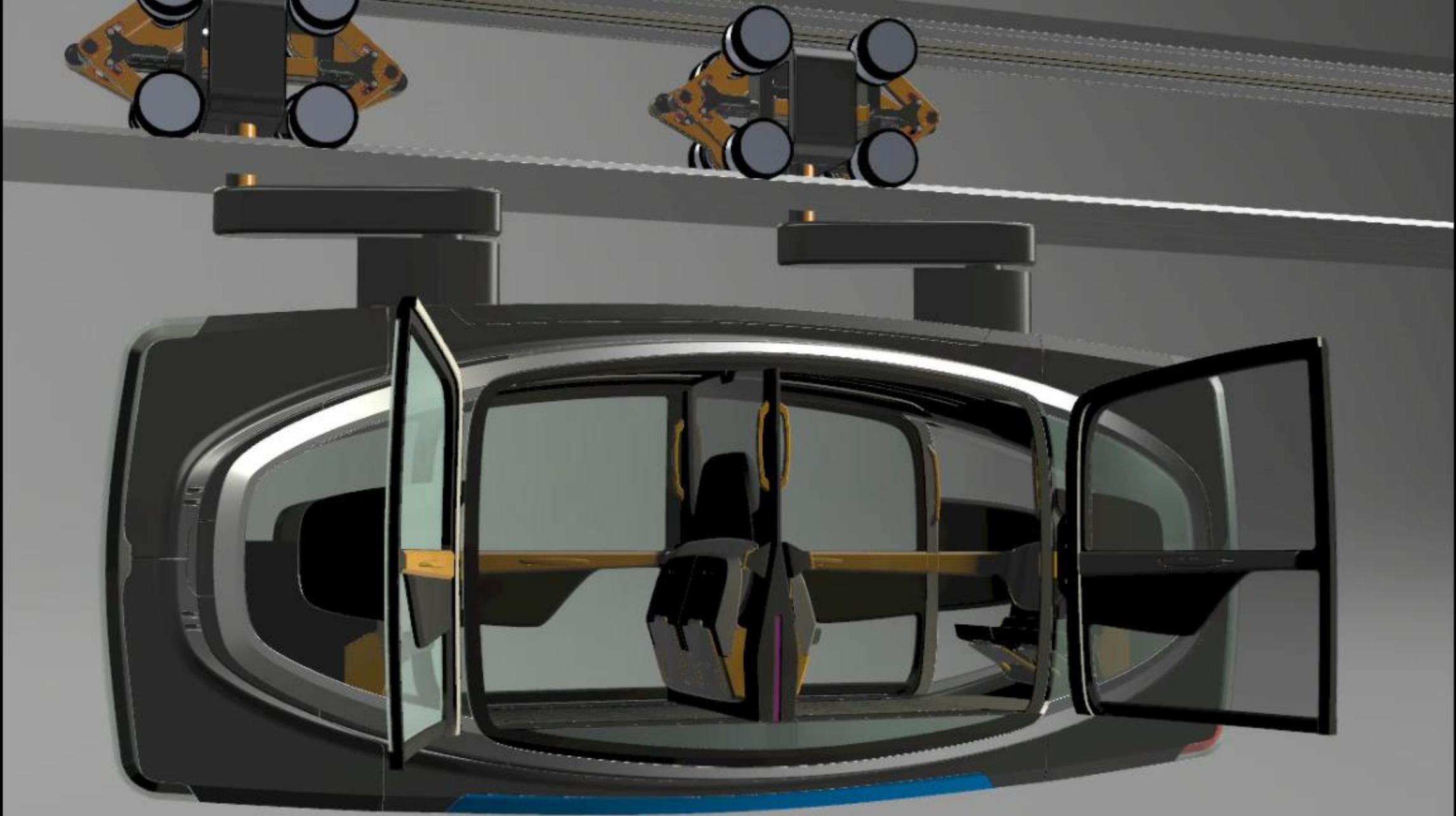


El POD CAR

Diseño del POD CAR







Tenemos un plan

Trabajemos juntos para mitigar el cambio climático

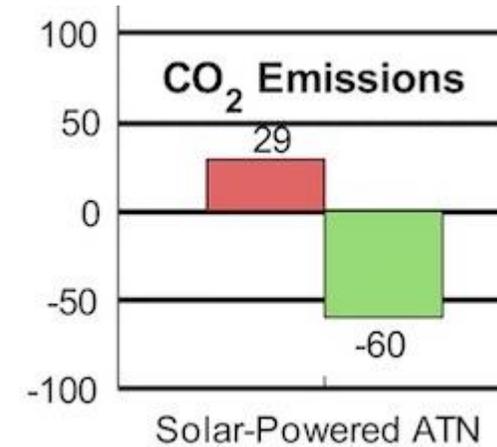
La clave del cambio climático es ***¡más energía solar!***



Los enfoques convencionales no serán suficientes...
...debemos ser audaces e inspiradores

Les hemos demostrado que el tránsito
100% solar es factible en sus ciudades.

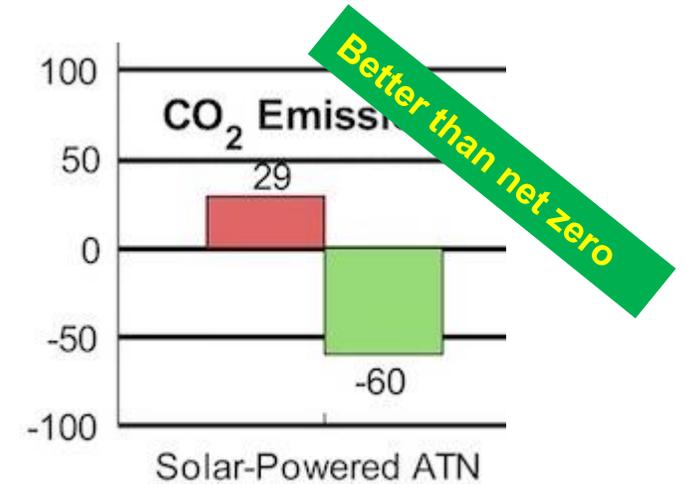
Les hemos mostrado cómo es posible
instalar esta solución en la traza urbana
de sus ciudades.



Los enfoques convencionales no serán suficientes ...
... debemos ser audaces e inspiradores

Si alguien más puede generar cero emisiones y cero colisiones, entonces sígalo, no hay tiempo que perder.

Si nadie más lo ha hecho, **les desafiamos a que nos desafíen.**



Proponemos estas políticas claras y audaces para Guatemala

1. Fomentar las redes de tránsito de energía solar financiadas con fondos privados.
2. Requiere $\geq 100\%$ de energía solar para otorgar derechos de vía.
3. Cobrar a los operadores el 5% de los ingresos brutos por derechos de vía.



25 MPG



25 MPG



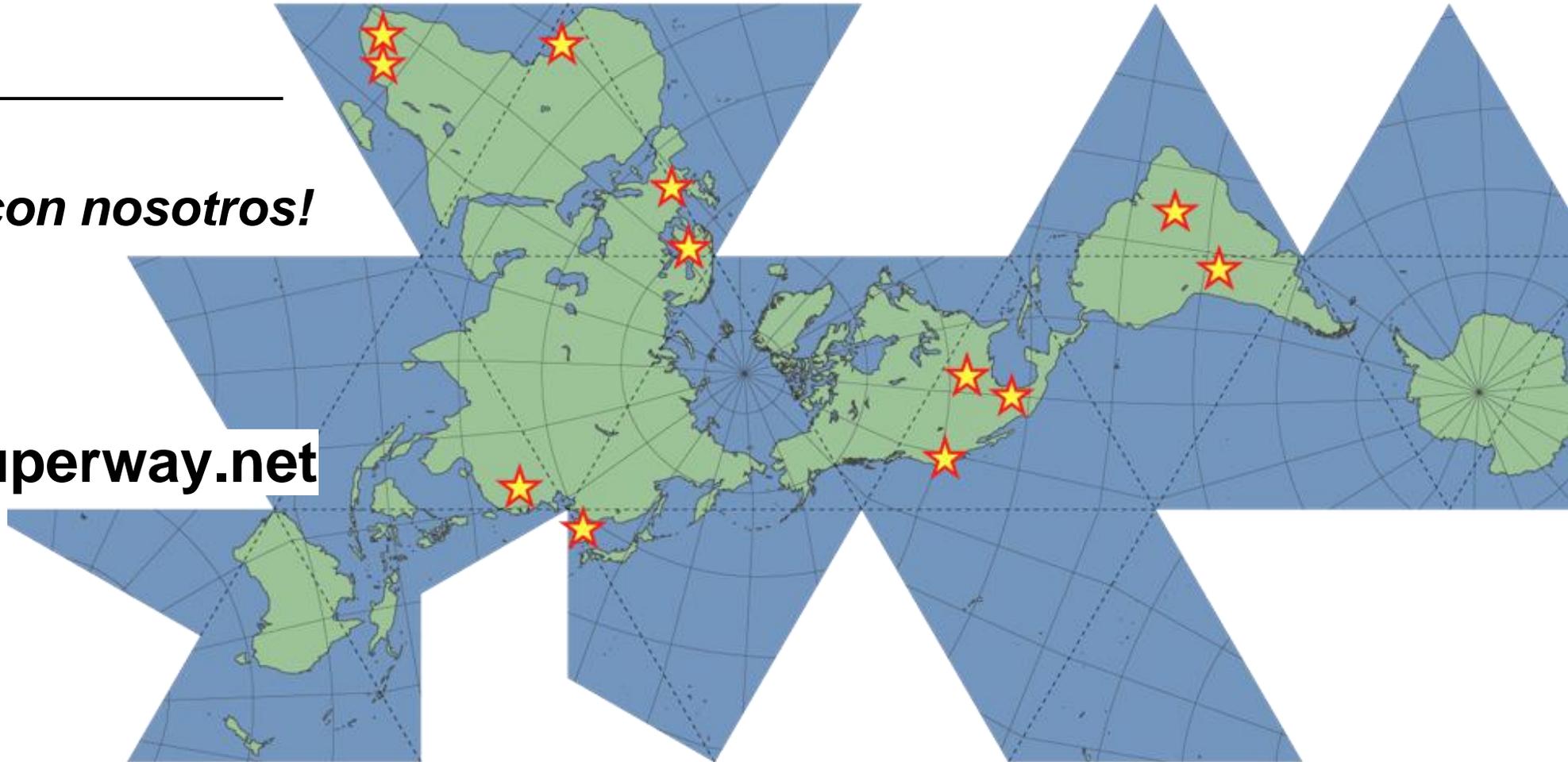
Net Zero or better

Estos son los pasos que podemos tomar juntos para crear redes Spartan Superway

Convoca a tus ciudades, universidades e industrias para que se unan a Spartan Superway

... ven y platica con nosotros!

www.SpartanSuperway.net



Gracias por su atención!

Preguntas?

www.SpartanSuperway.net

Sponsored by the Mineta Transportation Institute
<https://transweb.sjsu.edu/>

Ron Swenson



Sobre Nosotros

Presenter Information - Burford Furman

Burford (Buff) Furman, PhD, PE
Professor, Mechanical Engineering
MTI Research Associate
San Jose State University



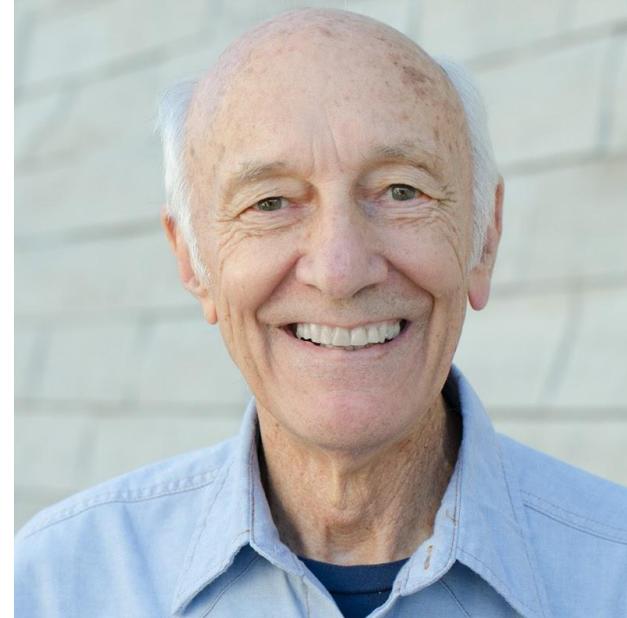
- **Research interests**
 - Automated transit
 - Automation and control
 - Sensors and measurements
- **Recent publications**
 - **Automated Transit Networks (ATN): A Review of the State of the Industry and Prospects for the Future**, Mineta Transportation Institute, CA-MTI-14-1227, September 2014.

<http://transweb.sjsu.edu/project/1227.html>

Presenter Information - Ron Swenson

Ron Swenson

International Institute of Sustainable Transportation



- **Research interests**
 - Solar-Powered Transportation
 - Bioclimatic Design
- **Recent publications**
 - **The Solarevolution: Much More with Way Less, Right Now**—*The Disruptive Shift to Renewables, **Energies***, August 2016
 - **Mitigating Climate Change with Solar-Powered Transit**, *Podcar City 10*, Antwerp, September 2016
 - More at www.swenson.com/ron/library

Presenter Information – Jorge Rodriguez



www.rodzmas.com

Consultoría en innovación y diseño avanzado.

Desarrollador conceptual del sistema

