

IMPULSANDO LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL TRANSPORTE EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

AUTORES

Agustina Calatayud
Raúl Katz
Alex Riobó



CON LA COLABORACIÓN DE:



CON LA CONTRIBUCIÓN DE:



**Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera del
Banco Interamericano de Desarrollo**

Calatayud, Agustina.

Impulsando la transformación digital del transporte en América Latina y el Caribe /
Agustina Calatayud, Raúl Katz, Alex Riobó.

p. cm. — (Monografía del BID ; 1011)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Transportation-Technological innovations-Latin America. 2. Road Safety-Technological innovations-Latin America. 3. Traffic safety-Technological innovations-Latin America. 4. Road inspection-Technological innovations-Latin America. I. Katz, Raúl. II. Riobó, Alex. III. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Transporte. IV. Título. V. Serie. IDB-MG-1011

Palabras clave: Transformación digital, transporte aéreo, transporte marítimo, transporte urbano, transporte terrestre, tecnología, política pública.

Clasificaciones JEL: O38, L91, R58

Copyright © 2022 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



CONTENIDOS

1

2

ÍNDICE DE FIGURAS	5
ÍNDICE DE CUADROS	7
ABREVIACIONES	9
AGRADECIMIENTOS	11
PRÓLOGO	12
RESUMEN EJECUTIVO	14
INTRODUCCIÓN	21

¿A qué nos referimos y por qué importa la transformación digital del transporte? 23

1.1.	DEFINICIONES	24
1.2.	RELEVANCIA DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL PARA EL TRANSPORTE	26
1.3.	IMPORTANCIA PARA LA REGIÓN	29

Principales tendencias a nivel global 31

2.1.	TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN MOVILIDAD URBANA	34
2.1.1.	Tecnologías para la digitalización de operaciones	35
2.1.2.	Tecnologías para la automatización de operaciones	38
2.1.3.	Tecnologías para la integración de operaciones	41
2.2.	TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LOGÍSTICA	43
2.2.1.	Transporte marítimo	43
2.2.2.	Transporte terrestre	50
2.2.3.	Logística urbana	55
2.3.	TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN TRANSPORTE AÉREO	58
2.3.1.	Tecnologías para la automatización de operaciones	60
2.3.2.	Tecnologías para la integración de operaciones	63
2.3.3.	Tecnologías para una mayor sostenibilidad	64
2.4.	DESAFÍOS DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL TRANSPORTE	65

3

Sector privado: locomotora de la transformación digital del transporte

67

- | | | |
|------|--|----|
| 3.1. | EL ROL DEL SECTOR PRIVADO | 68 |
| 3.2. | ¿CÓMO COMIENZA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL TRANSPORTE? | 70 |
| 3.3. | UNA TRANSFORMACIÓN DIGITAL A VARIAS VELOCIDADES | 73 |

4

La participación del sector público de países líderes en la transformación digital del transporte

77

- | | | |
|--------|---|-----|
| 4.1. | ROL DEL SECTOR PÚBLICO EN LA PROMOCIÓN DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL TRANSPORTE | 78 |
| 4.2. | IDENTIFICACIÓN DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL COMO PRIORIDAD EN LA PLANIFICACIÓN SECTORIAL | 80 |
| 4.3. | USO DE INSTRUMENTOS DE POLÍTICA PÚBLICA PARA FOMENTAR LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL TRANSPORTE | 93 |
| 4.3.1. | Instrumentos para la definición de políticas en un marco de incertidumbre | 94 |
| 4.3.2. | Incentivos para superar barreras a la transformación digital | 99 |
| 4.3.3. | Incentivos para resolver potenciales fallos de coordinación entre actores del ecosistema del transporte | 100 |
| 4.3.4. | Promoción y educación sobre la digitalización del transporte | 103 |
| 4.4. | FORTALECIMIENTO DE LAS INSTITUCIONES Y PROCESOS SECTORIALES PARA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL | 105 |
| 4.5. | COORDINACIÓN HORIZONTAL EN EL GOBIERNO NACIONAL | 109 |
| 4.6. | COORDINACIÓN VERTICAL CON AUTORIDADES REGIONALES Y LOCALES | 116 |
| 4.7. | COLABORACIÓN ACTIVA ENTRE LOS SECTORES PÚBLICO Y PRIVADO | 118 |
| 4.8. | SÍNTESIS DE ASPECTOS DESTACADOS DE LA EXPERIENCIA INTERNACIONAL | 121 |

5

El estado de la transformación digital del transporte en América Latina y el Caribe

123

5.1.	ESTRATEGIAS Y OBJETIVOS DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN EL SECTOR DEL TRANSPORTE	125
5.2.	PRINCIPALES TECNOLOGÍAS Y ÁREAS DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL	130
5.3.	ESTADO, INCENTIVOS Y BARRERAS A LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL	133
5.4.	PERSPECTIVA DE LOS SECTORES PÚBLICO Y PRIVADO	138
5.5.	ESTADO DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN EL TRANSPORTE MARÍTIMO	143
5.6.	ESTADO DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN EL TRANSPORTE TERRESTRE DE MERCANCÍAS	151
5.7.	ESTADO DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN EL SECTOR AÉREO	156
5.8.	ESTADO DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA MOVILIDAD URBANA	165
5.9.	SÍNTESIS DEL ESTADO DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL TRANSPORTE EN ALC	171

6

La participación del sector público de América Latina y el Caribe en la transformación digital del transporte

173

6.1.	IDENTIFICACIÓN DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL COMO PRIORIDAD EN LA PLANIFICACIÓN SECTORIAL	175
6.2.	USO DE INSTRUMENTOS DE POLÍTICA PÚBLICA PARA FOMENTAR LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL TRANSPORTE	184
6.2.1.	Instrumentos para la definición de políticas públicas en un marco de incertidumbre	184
6.2.2.	Incentivos para superar barreras a la transformación digital	187
6.2.3.	Incentivos para resolver potenciales fallos de coordinación entre actores del ecosistema del transporte	190
6.2.4.	Promoción y educación para la digitalización del transporte	191

6.3.	FORTALECIMIENTO DE LAS INSTITUCIONES Y PROCESOS SECTORIALES PARA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL	194
6.4.	COORDINACIÓN HORIZONTAL EN EL GOBIERNO NACIONAL	196
6.5.	COORDINACIÓN VERTICAL ENTRE EL GOBIERNO CENTRAL Y LAS AUTORIDADES REGIONALES Y LOCALES	202
6.6.	COLABORACIÓN ACTIVA ENTRE LOS SECTORES PÚBLICO Y PRIVADO	203
6.7.	SÍNTESIS DE LA PARTICIPACIÓN DEL SECTOR PÚBLICO DE ALC EN LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL TRANSPORTE	205

Acelerando la transformación digital del transporte en América Latina y el Caribe

7.1.	INCLUIR A LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DENTRO DE LA VISIÓN ESTRATÉGICA DEL SECTOR Y DEFINIR HOJAS DE RUTA CORRESPONDIENTES	208
7.2.	DIVERSIFICAR LOS INSTRUMENTOS DE POLÍTICA PÚBLICA PARA PROMOVER LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL	210
7.3.	CONSTRUIR INSTITUCIONES 4.0 Y ALIANZAS INTERSECTORIALES PARA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL TRANSPORTE	214
7.4.	DESARROLLAR EL MARCO HABILITADOR	218
7.5.	ESTABLECER ALIANZAS ESTRATÉGICAS CON EL SECTOR PRIVADO Y LA ACADEMIA	220

REFERENCIAS

ANEXOS

ANEXO A. Encuesta a líderes del sector transporte	267
ANEXO B. Lista de entrevistados y panelistas	273

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.	Principales tecnologías en movilidad urbana	34
Figura 2.2.	Principales tecnologías en transporte marítimo	44
Figura 2.3.	Principales tecnologías en transporte carretero	50
Figura 2.4.	Principales tecnologías en logística urbana	56
Figura 2.5.	Principales tecnologías en transporte aéreo	60
Figura 5.1.	“¿Tiene su organización una estrategia de transformación digital?” (por tamaño de empresa y subsector)	126
Figura 5.2.	“¿Cuánto considera usted que su organización ha avanzado en la transformación digital hoy?” (por tamaño de empresa y subsector)	128
Figura 5.3.	“¿En qué áreas su organización ha venido aplicando la transformación digital? (*)”	132
Figura 5.4.	“¿Cómo percibe el avance de su organización en temas de transformación digital con respecto al promedio de su sector en América Latina y el Caribe?” (por tamaño de empresa y subsector)	134
Figura 5.5.	“¿Cómo percibe el avance de su organización en temas de transformación digital con respecto a países líderes a nivel mundial?” (por tamaño de empresa y subsector)	135
Figura 5.6.	“¿Cuáles han sido los aspectos que más han contribuido positivamente al avance de la transformación digital en su organización? (*)”	136
Figura 5.7.	“¿Qué limitaciones ha encontrado para avanzar en la transformación digital de su organización? (*)”	137
Figura 5.8.	¿Ha cuantificado el impacto de las inversiones que su organización ha hecho en la transformación digital?”	137
Figura 5.9.	Avances en la transformación digital	138
Figura 5.10.	“¿En qué áreas su organización ha venido aplicando la transformación digital? (*)”	139
Figura 5.11.	“¿Cómo percibe el avance de su organización en temas de transformación digital?”	140
Figura 5.12.	“¿Cuáles son los objetivos de inversión para la transformación digital en su organización? (*)”	144
Figura 5.13.	“¿Cuáles han sido los aspectos que más han contribuido al avance de la transformación digital en su organización? (*)”	145
Figura 5.14.	“¿Qué restricciones/limitaciones ha encontrado para avanzar en la transformación digital de su organización? (*)”	147

Figura 5.15.	“¿Cuáles son las áreas de inversión para la transformación digital? (*)” (transporte terrestre de mercancías)	152
Figura 5.16.	“¿Cuáles son los objetivos de inversión para la transformación digital? (*)” (transporte terrestre de mercancías)	153
Figura 5.17.	“¿Cuáles son los aspectos que más han contribuido positivamente a avanzar en la transformación digital? (*)” (transporte terrestre de mercancías)	155
Figura 5.18.	“¿Qué limitaciones ha encontrado para avanzar en la transformación digital? (*)” (transporte terrestre de mercancías)	155
Figura 5.19.	“Cuánto considera usted que su organización ha avanzado en la transformación digital?” (transporte aéreo)	156
Figura 5.20.	“¿Cuáles son los objetivos de inversión para la transformación digital en su organización? (*)” (transporte aéreo)	158
Figura 5.21.	“¿En qué áreas de su organización ha venido aplicando la transformación digital? (*)” (transporte aéreo)	159
Figura 5.22.	“¿Cuáles han sido los aspectos que más han contribuido positivamente al avance de la transformación digital en su organización? (*)” (transporte aéreo)	161
Figura 5.23.	“¿Qué tecnologías viene usando en su organización? (*)” (transporte aéreo)	162
Figura 7.1.	Categorías de recomendaciones	207

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1.	Principales tecnologías para la transformación digital relevadas en el sector transporte	33
Cuadro 2.2.	Tipo de modelos de MaaS	42
Cuadro 4.1.	Planes con impacto en la transformación digital del transporte	82
Cuadro 4.2.	Despliegue de redes de telecomunicaciones (2021)	91
Cuadro 4.3.	Mejores prácticas en la planificación de la transformación digital del transporte	92
Cuadro 4.4.	Mejores prácticas en el uso de instrumentos de política pública para la transformación digital del transporte	104
Cuadro 4.5.	Autoridades nacionales responsables del desarrollo de planes nacionales donde se considera la digitalización del transporte	110
Cuadro 5.1.	Número de encuestas y entrevistas realizadas por subsector	124
Cuadro 5.2.	“¿Tiene su organización una estrategia de transformación digital?”	126
Cuadro 5.3.	“¿Cuánto considera usted que su organización ha avanzado en la transformación digital hoy?” (por subsector)	127
Cuadro 5.4.	“¿Cuáles son los objetivos de inversión para la transformación digital? (*)” (por subsector)	129
Cuadro 5.5.	“¿Cuáles de las siguientes tecnologías viene usando en su organización? (*)” (por subsector)	130
Cuadro 5.6.	“¿Cuáles de las siguientes tecnologías viene usando en su organización? (*)” (por subsector)	131
Cuadro 5.7.	Adopción de tecnologías avanzadas en principales puertos (según TEUs, 2021)	146
Cuadro 5.8.	“¿Qué tecnologías está usando su organización y cuáles estará implementando en los próximos tres años? (*)” (transporte terrestre de mercancías)	154
Cuadro 5.9.	“¿Qué tecnologías está usando su organización y cuáles estará implementando en los próximos tres años? (*)” (transporte aéreo)	159
Cuadro 6.1.	Planes, programas e iniciativas con impacto en la transformación digital del transporte en ALC (países seleccionados)	176
Cuadro 6.2.	Comparación entre la situación en ALC y las mejores prácticas en la planificación de la transformación digital del transporte	183

Cuadro 6.3.	Situación de ALC respecto a las mejores prácticas identificadas en el uso de instrumentos para la transformación digital del transporte (países seleccionados).	192
Cuadro 6.4.	Agencias públicas responsables del desarrollo de planes con impacto en la digitalización del transporte (países seleccionados de ALC).	196
Cuadro 6.5.	ALC en relación con las mejores prácticas identificadas en la formación y gestión de comités multisectoriales (países seleccionados).	200
Cuadro 7.1.	Recomendaciones en la planificación de la transformación digital del transporte.	208
Cuadro 7.2.	Recomendaciones en el uso de instrumentos para la transformación digital del transporte.	210
Cuadro 7.3.	Recomendaciones para fortalecer la capacidad institucional y la coordinación intersectorial.	215
Cuadro 7.4.	Recomendaciones para avanzar en la colaboración público-privada.	220

ABREVIACIONES

AAPA	American Association of Port Authorities
ADAS	Advanced Driver-Assistance System
ALTA	Asociación Latinoamericana de Transporte Aéreo
API	Application Programming Interface
ASCT	Adaptive Signal Control Technology
ATMS	Advanced Traffic Management System
AV	Autonomous Vehicles
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CIO	Chief Information Officer
CLAC	Comisión Latinoamericana de Aviación Civil
CV2X	Cellular Vehicle-to-Everything
DOT	Department of Transportation
ETC	Electronic Toll Collection
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FAA	Federal Aviation Administration
FHWA	Federal Highway Administration
FMS	Freight Management System
FTTx	Fiber To The x
GDPR	General Data Protection Regulation
GPS	Global Positioning System
I+D	Investigación y Desarrollo
IA	Inteligencia Artificial
IATA	Asociación de Transporte Aéreo Internacional
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IoT	Internet of Things
IRU	International Road Transport Union
ISO	International Organization for Standardization
ITF	International Transport Forum
KOTI	Korea Transport Institute
MaaS	Mobility as a Service

NextGen	Next Generation Air Transportation System
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OMA	Organización Mundial de Aduanas
PCS	Port Community System
PyME	Pequeña y Mediana Empresa
QR	Quick Response
RFID	Radio Frequency Identification
RSS	Responsibility-Sensitive Safety
TIC	Tecnologías de información y comunicación
TNC	Transportation Network Companies
UNCEFACT	Centro para la Facilitación del Comercio y el Comercio Electrónico
V2I	Vehicle to Infrastructure
V2V	Vehicle to Vehicle
V2X	Vehicle to Everything
WEF	World Economic Forum
WMS	Warehouse Management System

Agradecimientos



Este estudio contó con la valiosa colaboración de la Asociación de Autoridades Portuarias de las Américas (AAPA - capítulo latinoamericano), la Asociación Latinoamericana de Transporte Aéreo (ALTA), la Comisión Latinoamericana de Aviación Civil (CLAC), la Unión Internacional de Transporte por Carretera (IRU, por sus siglas en inglés), el Foro Económico Mundial (FEM), Intel y Microsoft. Los autores agradecen a los participantes de la encuesta, las entrevistas, las mesas de trabajo realizadas con representantes del Departamento de Transporte de Estados Unidos y del Gobierno del Reino Unido, y los grupos focales a nivel de subsector para presentar y validar los resultados del estudio. Este trabajo no hubiera sido posible sin la excelente asistencia de investigación de Felipe Bedoya, Adriana Calle, Rodrigo Cruvinel, Seonhwa Lee y Francisca Giraldez de la División de Transporte del BID. Los autores agradecen el asesoramiento de Cristián Navas del BID en materia de movilidad urbana y de Isabel Granada y Pier Paolo Saraceno en capital humano y empleo; así como los valiosos comentarios recibidos de David Barahona, Ana María Pinto, Claudia Díaz, Richard Mix y Gonzalo Rodríguez del BID; Jason Hill y Guadalupe Contreras del Departamento de Transporte de Estados Unidos; Jiten Vyakarnam y Margi Van Gogh del FEM; Carlos Rebellón y Martín Hain de Intel; Jeremy Goldberg y Pedro Uribe de Microsoft; y Luciana Pagani, revisora externa; y el apoyo recibido de las Oficinas de los Directores Ejecutivos de Estados Unidos y Reino Unido en el BID, Miguel Aldaz y Heleno Barbosa del BID, Zulma Dinelli de PR Ports, Martín Rojas de IRU y Juan Camilo Guerrero de ALTA. La edición gráfica estuvo a cargo de Cleiman.

Prólogo



El sector transporte está atravesando una transformación no vista desde la invención del automóvil o del avión, con avances en materia de automatización, electrificación y digitalización de activos y operaciones. En el contexto de la Cuarta Revolución Industrial, la adopción de tecnologías como Internet de las Cosas, *big data*, inteligencia artificial y computación en el borde pueden brindar beneficios sin precedentes para el sector, a fin de incrementar su eficiencia, sostenibilidad e inclusión. La crisis de la pandemia de COVID-19 dio ejemplos concretos de estos beneficios permitiendo, entre otros, continuar con la distribución de productos a las poblaciones aisladas mediante el comercio electrónico, o reducir el riesgo de contagio en los procesos de transporte a través de la digitalización de documentos y pagos.

Reconociendo estos beneficios, los sectores privados, público y académico de los países líderes en transporte a nivel mundial están impulsando activamente la transformación digital, con resultados positivos en términos de reducción de costos y ganancias operativas, disminución del impacto ambiental del transporte, mejoras de competitividad de las economías y mayor accesibilidad de la ciudadanía a oportunidades de empleo, salud y educación. La situación en América Latina y el Caribe, sin embargo, dista de esta realidad. Este análisis, primero en la región sobre la temática, muestra que la transformación es incipiente y focalizada en ciertos sectores y países. Ahora bien, la pandemia de COVID-19 y la mayor concientización sobre los beneficios de la transformación digital están generando un cambio de perspectiva, incrementando la atención de los líderes regionales y, en consecuencia, la asignación de recursos de inversión en este ámbito.

Para superar los desafíos del transporte en América Latina y el Caribe, se requiere realizar un *big push* de transformación digital

En línea con los pilares de la Visión 2025 del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el mensaje principal de este estudio se enfoca en señalar que para superar los desafíos del transporte en ALC -incremento de la congestión urbana, pérdida de usuarios en el transporte público, altos costos logísticos y lucha contra el cambio climático, entre otros- se requiere realizar un *big push* de transformación digital. El sector privado debe liderar la transformación, pero necesita de un marco habilitador que incentive la inversión, potencie los beneficios de la misma para las economías y sociedades, y mitigue riesgos en torno a, por ejemplo, protección de la privacidad, ciberseguridad, equidad y competencia. El accionar del sector público es clave en este sentido. Así, desde el BID estamos comprometidos en asistir a las agencias de transporte nacionales, estatales y municipales en la modernización de sus procesos, roles e infraestructuras, a fin de incentivar la transformación digital del transporte, en alianza con los sectores privado, académico y de la sociedad civil.

La amenaza del cambio climático y la crisis socioeconómica en la región producto de la pandemia de COVID-19 hacen imperioso tomar medidas para que el transporte sea un catalizador de la recuperación sostenible e inclusiva. El momento de tomar acciones es hoy y la transformación digital presenta una oportunidad histórica única para ello.

Néstor Roa

Jefe de la División de Transporte
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

Resumen ejecutivo



América Latina y el Caribe (ALC) enfrenta la crisis socioeconómica más grave vivida desde la Segunda Guerra Mundial. La pandemia de COVID-19 y los desastres naturales ocurridos recientemente han agudizado las brechas de desarrollo en la región, derivando en un incremento de la desigualdad y la vulnerabilidad al cambio climático, y en la reducción de la competitividad internacional.

El sector transporte ha sido clave para asegurar el aprovisionamiento de insumos básicos, material médico y vacunas durante la pandemia **y lo seguirá siendo durante la recuperación por su capacidad de brindar acceso a mercados y oportunidades de trabajo, salud y educación, generar empleo y contribuir a la lucha contra el cambio climático, en la medida que se tomen acciones apropiadas de mitigación y adaptación.**

Sin embargo, el sector transporte en ALC hoy enfrenta numerosos desafíos para ser un catalizador de la recuperación, siendo los principales:

- El aumento de la tasa de motorización, la menor calidad y uso del transporte público y, en consecuencia, los mayores niveles de congestión urbana.
- Los altos costos logísticos de la región que afectan la competitividad de las empresas de ALC y dificultan su inserción en las cadenas globales de valor.
- Las emisiones contaminantes provenientes del sector y su efecto nocivo en el medioambiente.
- El impacto financiero de la pandemia de COVID-19 en las empresas de transporte, especialmente en las de transporte aéreo, transporte público y transporte terrestre de mercancías, que amenaza la supervivencia de las mismas, con sus consiguientes efectos en materia económica y social.

En este contexto y en línea con la **Visión 2025 del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la transformación digital presenta una oportunidad única para superar los desafíos del sector,** posibilitando:

- Ganancias de **eficiencia** sin precedentes, producto de mayor visibilidad y la gestión coordinada o integrada de procesos que involucran a los múltiples actores del sector.
- Mejoras en la **calidad** de los servicios, con mayor previsibilidad, fiabilidad y focalización en las necesidades de los usuarios.
- **Reducción de las emisiones** nocivas del sector, producto de las ganancias en eficiencia operativa y energética.

- Diversificación de fuentes de ingreso, a partir de la generación de **nuevos servicios**.

Para materializar estos beneficios, es necesario avanzar en la concepción más profunda de la transformación digital. Esta debe ser entendida más allá de la mera adopción de tecnología para automatizar procesos y reducir costos, sino como una verdadera **discontinuidad tecnológica** que, sobre la base de la generación y análisis de datos y la adopción de nuevas tecnologías, produce un cambio fundamental en la organización y las funciones del sector, con nuevos actores, nuevos servicios y un mayor foco en el usuario o cliente.

Por su aplicación e impacto en el transporte, las principales tecnologías consideradas en este estudio son las siguientes:

- **Internet de las Cosas (IoT)**, por sus siglas en inglés): es el conjunto de sensores, dispositivos y redes que conectan objetos con sistemas de computación, permitiendo que los objetos generen información sobre sí mismos y el entorno en el que se encuentran.
- **Digitalización**: se refiere a la conversión de documentos y procesos que otrora se realizaban de manera física a información y procesos informáticos.
- **Inteligencia artificial (IA)**: es la ejecución informática de operaciones que son propias de la inteligencia humana, utilizando algoritmos que incluyen el aprendizaje automático o *machine learning*, a partir de la disponibilidad de grandes cantidades de datos o *big data*.
- **Computación en el Borde (Edge Computing)**: se refiere a la localización del procesamiento y el almacenamiento de datos más cerca de donde son creados, utilizando una arquitectura de computación distribuida.
- **5G**: es una tecnología inalámbrica para la transmisión de datos entre dispositivos, con mayor velocidad y menor latencia que la actual 4G.
- **Automatización**: se refiere a la aplicación de máquinas o de procedimientos automáticos en la realización de un proceso que antes era realizado manualmente.
- **Electrificación**: hace referencia al reemplazo de la combustión interna por la electricidad como fuente de energía.

Como todo cambio tecnológico, la transformación digital del transporte también involucra desafíos, como el eventual incremento de la tasa de motorización por los atributos de comodidad de los vehículos autónomos y la consiguiente caída del uso del transporte público, con impactos en la mayor congestión, en la sostenibilidad financiera de los servicios y en la calidad de vida urbana; el aumento del desempleo y conflicto social como resultado de la automatización; la exclusión de poblaciones con menor acceso y conocimiento de la tecnología digital y de las empresas de menor tamaño relativo, que enfrentan múltiples barreras a la transformación; la proliferación de estándares que limitan la integración de la información y la interoperabilidad; y la

incertidumbre respecto a la protección de la privacidad y la seguridad cibernética. Contar con un adecuado marco institucional y normativo es fundamental para mitigar estos riesgos y maximizar los beneficios de las nuevas tecnologías.

El sector privado es quien está impulsando la transformación digital en el transporte a nivel mundial a través de cuatro actores principales: (i) las grandes empresas de transporte, que poseen áreas dedicadas a la investigación y desarrollo (I+D); (ii) las compañías tecnológicas, que proveen soluciones para el sector; (iii) el ecosistema innovador, que también funge como motor de generación de soluciones y productos innovadores; y (iv) el sector financiero, que provee recursos que facilitan las inversiones necesarias para desarrollar y escalar soluciones. **En transporte, la transformación está liderada por el segmento aéreo, seguido por la movilidad urbana y la industria marítimo-portuaria, y con un rezago del transporte carretero.** El liderazgo se explica por la mayor concentración y globalización del transporte aéreo, la industria automotriz y el transporte marítimo, donde la transformación digital es un factor de ventaja competitiva y está facilitada por la mayor disponibilidad de recursos y de entornos innovadores. Asimismo, surge como respuesta al creciente empoderamiento de usuarios/consumidores, que demandan servicios más adaptados a sus preferencias, y a la búsqueda de cumplir con las regulaciones ambientales.

La experiencia de los países líderes a nivel global evidencia que las acciones de política pública son clave para acelerar los beneficios de la transformación digital y mitigar sus riesgos. En estos países, el sector público cumple ocho roles: (i) catalizar el cambio; (ii) facilitar la innovación; (iii) desarrollar habilidades; (iv) regular; (v) establecer estándares; (vi) proveer incentivos fiscales y financieros; (vii) actuar como cliente inteligente; y (viii) proveer plataformas para el escalamiento de tecnologías. Para ello, han avanzado en **cinco aspectos**:

- 1. Prioridad en la planificación sectorial.** En sus instrumentos de planificación, los países líderes ubican a la transformación digital entre los principales objetivos a lograr en el sector, como vector de mayor eficiencia, sostenibilidad e inclusión social. Existen planes de transformación digital a nivel de subsector y para el desarrollo de tecnologías digitales. En la elaboración participa un amplio número de agencias del sector público, el privado, la academia y la sociedad civil. Se incluyen hojas de ruta para avanzar en la implementación, identificando las acciones a realizar por cada actor.
- 2. Foco en el avance con mitigación de riesgos.** Los países líderes cuentan con una serie de instrumentos normativos y de política que, al tiempo que estimulan la transformación digital en el transporte, permiten mitigar sus riesgos. Esto incluye estrategias de ciberseguridad, protección de datos del consumidor, apertura de datos públicos, desarrollo de redes de comunicaciones de alta capacidad, realización de estudios prospectivos, consultas públicas y *sandboxes* regulatorios. Trabajan con el sector privado y la academia para la evaluación de las tecnologías,

lo que les permite obtener un mayor conocimiento sobre las mismas, a fin de informar las decisiones en materia de política pública.

3. **Variedad de instrumentos para la promoción de la transformación digital.** Se utilizan incentivos fiscales y financieros para facilitar la adopción de nuevas tecnologías por parte de los actores que enfrentan las mayores barreras en el sector, especialmente las pequeñas y medianas empresas (PyME) y el ecosistema emprendedor. También han creado centros tecnológicos para el testeo de tecnologías y la difusión del conocimiento, programas de asistencia técnica y de mentoría por parte de empresas más avanzadas, y mecanismos de evaluación y hojas de ruta para guiar a las PyME en su transformación digital. De la misma manera, han generado estrategias de capital humano para desarrollar las habilidades requeridas por las nuevas tecnologías, formando a nuevos profesionales y reeducando a aquellos cuyos trabajos podrían modificarse a raíz del cambio tecnológico.
4. **Transformación digital del sector público.** Han avanzado en la reingeniería y digitalización de trámites, promoción de la cultura digital, toma de decisiones basadas en datos y gestión tecnológica de los activos de infraestructura y servicios de transporte. Para ello, cuentan con estrategias de transformación digital interna y equipos especializados con dotación presupuestaria para realizar proyectos, incorporar perfiles relacionados con tecnología y capacitar fuertemente a su personal en general.
5. **Creación de alianzas.** Para asegurar la colaboración con otras agencias del sector público, a diferentes niveles territoriales, y con el sector privado, la academia y la sociedad civil, los países líderes utilizan diferentes mecanismos, como los comités de alto nivel, que son convocados por el cargo de mayor nivel en el Ejecutivo; los comités interinstitucionales; los grupos *ad hoc* para trabajar temas técnicos; el fortalecimiento de las autoridades locales y subsectoriales; los memorandos de entendimiento y los grupos consultivos con el sector privado; y el cofinanciamiento de centros y programas con empresas líderes para extender la transformación a los menos avanzados, entre otros.

ALC está avanzando en la transformación digital del transporte, aunque ese proceso ocurre a velocidades diferentes. Para realizar este análisis se llevó a cabo una **encuesta a 223 representantes de nivel directivo de los sectores privado y público de la región**, la primera existente para el sector transporte en ALC. Los hallazgos de la encuesta fueron dialogados y profundizados mediante 96 entrevistas a líderes del sector en la región y a nivel global, **y cuatro mesas de trabajo subsectoriales a nivel regional.**

- **Dos de cada tres actores encuestados manifiestan poseer una estrategia de transformación digital**, lo que representa un avance respecto al estudio realizado por el BID en 2019¹, donde apenas se tenía conocimiento sobre este aspecto.

¹ Véase Calatayud & Katz (2019).

- Al igual que a nivel internacional, el **sector aéreo está liderando la transformación**, aplicando el concepto más profundo de la misma, que busca una verdadera discontinuidad tecnológica para ofrecer servicios según las necesidades específicas de cada cliente. Otras empresas grandes en los sectores de **logística** (especialmente las compañías marítimas y los *freight forwarders* globales) y **movilidad** (gigantes tecnológicos y operadores de sistemas de transporte público masivo) también evidencian progresos en la transformación digital, centrándose en **ofrecer un mejor servicio al cliente o usuario y generar nuevas áreas de negocio**.
- Con excepción de estos casos, **la mayoría de las empresas y agencias públicas** señalan que están apuntando a reducir costos mediante la automatización y digitalización de procesos, lo que refleja los **primeros estadios de la transformación digital**, donde los actores tienden a focalizarse en las áreas relacionadas con la gestión administrativa y financiera. Así, **una de cada dos organizaciones considera estar rezagada o muy rezagada** respecto a sus pares a nivel internacional.
- Dos de cada tres entrevistados señalan a la **pandemia de COVID-19 como un hito acelerador de la transformación digital**, seguido por el cambio cultural (51%), el liderazgo de la alta dirección (50%), y los cambios a nivel sectorial (45%) y en los clientes (35%).
- Las tecnologías que tienen mayor atención actualmente son la analítica de datos y la computación en la nube. Hacia 2025, aparecen con más énfasis la inteligencia artificial y tecnologías para la reducción de emisiones lo que sugiere que, si bien la región se encuentra en una primera fase de la transformación digital, **ya se están considerando inversiones en tecnologías propias de estados más avanzados**. También aparecen tecnologías que promueven la sostenibilidad en el sector, indicando una **mayor concientización y acción futura en la lucha contra el cambio climático**, área que es un *driver* actual de transformación digital en los países líderes.
- **Las empresas de menor tamaño y las menos involucradas en cadenas de valor mundiales presentan un menor grado de avance**. Esto es particularmente evidente en las PyME de transporte terrestre de mercancías y de transporte urbano de pasajeros.
- **Las agencias públicas afirman tener un importante rezago respecto a sus pares**. El 43% se percibe como rezagada o muy rezagada frente al promedio de ALC. Esta cifra asciende al 67% cuando se comparan con países líderes a nivel mundial. Cerca del 40% no cuenta con una estrategia de transformación digital, mientras que esta cifra es del 27% para el sector privado.
- Las **principales barreras a la transformación digital** son la resistencia al cambio, la falta de priorización de los altos mandos, el costo de la tecnología y la falta de recursos financieros y de talento humano.

Respecto a lo relevado en 2019, el sector público de ALC ha tomado conciencia de la importancia de avanzar en la transformación digital del transporte. Sin embargo, existe todavía camino por recorrer.

- Es muy positivo ver el liderazgo que las altas autoridades sectoriales han asumido en algunos países, lo cual repercute en los aspectos normativos y de políticas públicas. No obstante, la **situación no es homogénea en la región**. A pesar de que la mención al aspecto tecnológico en los **instrumentos de planificación sectorial** sea alentadora, se observa que la transformación digital no posee la misma relevancia que en países avanzados, sino que la temática es abordada de manera tangencial o en relación con aspectos específicos del sector.
- En consecuencia, la región se encuentra todavía muy **rezagada en la elaboración de políticas públicas**, realizando esfuerzos puntuales, discontinuados y sin objetivos claros. La presencia limitada de *sandbox* regulatorios y bancos de pruebas, el escaso desarrollo de estudios prospectivos y la ausencia de incentivos económicos a la transformación digital son ejemplo de ello.
- Se verifica un avance en el **fortalecimiento institucional**, lo que augura un progreso en el mediano plazo, pero que debe materializarse en la construcción concertada de talento en el sector público, el mejoramiento de la coordinación intersectorial y de instrumentos de política pública en los gobiernos centrales y una coordinación consistente y continua con entes subnacionales.
- Un aspecto con menor desarrollo en la región es la **colaboración público-privada** en torno a la transformación digital del transporte, que suele limitarse a espacios de comunicación ex post de las acciones de política, reuniones sobre problemas puntuales, entre otros. Dada la importancia del sector privado como motor de la transformación digital del transporte, es clave reforzar los mecanismos de colaboración, tanto a nivel de diálogo como de instrumentos de política pública.

Para superar estos desafíos, las agencias públicas de ALC pueden apalancar las buenas prácticas de los países líderes, a fin de contar con una arquitectura institucional y de políticas que facilite la adopción temprana y el *leapfrogging* en materia de tecnologías aplicadas al transporte, materializando así los beneficios de la transformación digital. Las recomendaciones de política se agrupan en cinco categorías:

1. **Visión estratégica.** Requiere introducir cambios en los instrumentos de planificación sectoriales y subsectoriales, para identificar a la transformación digital entre las prioridades para el desarrollo del sector, así como buscar la incorporación del transporte en los planes de innovación, competitividad, ciberseguridad u otros que estén relacionados con la transformación digital.
2. **Instrumentos de política.** Implica disponer de una variedad de instrumentos para mitigar riesgos en el contexto de incertidumbre tecnológica, superar barreras a la

transformación digital, contribuir a resolver fallos de coordinación en el ecosistema de transporte y construir las habilidades laborales del futuro.

3. **Instituciones 4.0.** Se refiere a impulsar un cambio cultural y de capacidades en las instituciones públicas, y fomentar alianzas con las instituciones nacionales, regionales y locales que tienen jurisdicción por fuera de las competencias sectoriales o nacionales.
4. **Marco habilitador.** Requiere influenciar la toma de acciones en áreas que normalmente se encuentran fuera del sector transporte, pero que son clave para promover la transformación digital del sector, incluyendo procesos de compras públicas, infraestructura de telecomunicaciones, ecosistema de compartición de datos y mercado laboral.
5. **Alianzas estratégicas.** Implica involucrar al sector privado en: (i) los grupos de trabajo encargados de elaborar planes estratégicos del sector, para identificar las oportunidades, desafíos y brechas a trabajar de manera conjunta, así como coordinar las acciones públicas y privadas requeridas para avanzar en la transformación digital; (ii) los comités intersectoriales enfocados en la digitalización del transporte, a fin de lograr acuerdos consensuados, con acciones a implementar por cada parte; y (iii) proyectos de desarrollo tecnológico impulsados por el gobierno, mediante la firma de memorandos de entendimiento y de cooperación. Sobre esto último, los países líderes han creado centros especializados de formación y testeo tecnológico, y han determinado áreas geográficas destinadas a la investigación en nuevas tecnologías (por ejemplo, en ciudades inteligentes, vehículos autónomos (AV), movilidad urbana vertical) patrocinadas por el sector público y con empresas privadas que contribuyen recursos financieros y, como contraparte, tienen acceso al área para desarrollar su tecnología y testearla en escenarios cuasi-reales. La colaboración con la academia también es clave en esta materia.

Introducción



América Latina y el Caribe (ALC) enfrenta la crisis socioeconómica más grave vivida desde la Segunda Guerra Mundial. La pandemia de COVID-19 y los desastres naturales ocurridos recientemente han agudizado las brechas de desarrollo en la región, derivando en un incremento de la desigualdad y la vulnerabilidad al cambio climático, y en la reducción de la competitividad internacional. El sector transporte ha sido clave para asegurar el aprovisionamiento de insumos básicos, material médico y vacunas durante la pandemia y lo seguirá siendo durante la recuperación, por su capacidad de brindar acceso a mercados y oportunidades de trabajo, salud y educación, generar empleo y contribuir a la lucha contra el cambio climático.

Sin embargo, el sector transporte en ALC hoy enfrenta numerosos desafíos para ser un catalizador de la recuperación, siendo los principales:

- El aumento de la tasa de motorización, la menor calidad y uso del transporte público y, en consecuencia, los mayores niveles de congestión urbana.
- Los altos costos logísticos de la región, que afectan la competitividad de las empresas de ALC y dificultan su inserción en las cadenas globales de valor.
- Las emisiones contaminantes provenientes del sector y su efecto nocivo en el medioambiente.
- El impacto financiero de la pandemia de COVID-19 en las empresas de transporte, especialmente en las de transporte aéreo, transporte público y transporte terrestre de mercancías, que amenaza la supervivencia de las mismas, con sus consiguientes efectos en materia económica y social.

En este contexto, y en línea con la Visión 2025 del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la transformación digital presenta una oportunidad única para superar los desafíos del sector, posibilitando:

- Ganancias de eficiencia sin precedentes, producto de mayor visibilidad y la gestión coordinada o integrada de procesos que involucran a los múltiples actores del sector.
- Mejoras en la calidad de los servicios, con mayor previsibilidad, fiabilidad y focalización en las necesidades de los usuarios.
- Reducción de las emisiones nocivas del sector, producto de las ganancias en eficiencia operativa y energética.
- Diversificación de fuentes de ingreso, a partir de la generación de nuevos servicios.

Para materializar estos beneficios, es necesario avanzar en la concepción más profunda de la transformación digital. Esta debe ser entendida más allá de la mera adopción de tecnología para automatizar procesos y reducir costos, sino como una verdadera discontinuidad tecnológica que, sobre la base de la generación y análisis de datos y la adopción de nuevas tecnologías (Internet de las Cosas, digitalización, inteligencia artificial, computación en el borde, 5G, automatización y electrificación), produce un cambio fundamental en la organización y las funciones del sector, con nuevos actores, nuevos servicios y un mayor foco en el usuario o cliente.

Este estudio analiza el estado de la transformación digital del transporte en ALC, identifica brechas respecto a los países líderes a nivel mundial y propone recomendaciones de política basadas en las buenas prácticas de tales países, a fin de construir una arquitectura institucional y de políticas que facilite la adopción temprana y el *leapfrogging* en materia de tecnologías aplicadas al transporte.

Para ello, durante 2021 y 2022, se revisaron más de 300 documentos de políticas, sector privado y académicos; se realizó una encuesta a 223 representantes de nivel directivo de los sectores privado y público de la región -la primera existente para el sector transporte en ALC- y 96 entrevistas a líderes del sector en la región y a nivel global; y se organizaron cuatro mesas de trabajo subsectoriales a nivel regional, para validar los resultados del análisis.

El estudio contó con la colaboración de la Asociación de Autoridades Portuarias de las Américas (AAPA - capítulo latinoamericano), la Asociación Latinoamericana de Transporte Aéreo (ALTA), la Comisión Latinoamericana de Aviación Civil (CLAC), la Unión Internacional de Transporte por Carretera (IRU, por sus siglas en inglés), el Foro Económico Mundial (FEM), Intel y Microsoft.

Los resultados del estudio son presentados a continuación, organizados de la siguiente manera: el **Capítulo 1** introduce la relevancia de la transformación digital del transporte en general y para los países de ALC, y establece definiciones importantes sobre el alcance del análisis; el **Capítulo 2** resume las tecnologías y tendencias en la transformación digital de la movilidad urbana, la logística y el transporte aéreo; en el **Capítulo 3** se identifican los mecanismos por los que ocurre la transformación digital en el transporte; el **Capítulo 4** presenta las mejores prácticas de los países líderes aquí analizados (Alemania, Corea del Sur, España, Estados Unidos, Francia, Países Bajos y Reino Unido) en materia de políticas públicas para promover la transformación digital; los **Capítulos 5 y 6** analizan, respectivamente, la situación de la transformación digital del sector en ALC y las políticas adoptadas para su fomento; y el **Capítulo 7** concluye con una serie de recomendaciones de política basadas en las buenas prácticas de los países líderes para realizar el *big push* de la transformación digital en ALC.



1

¿A qué nos referimos y por qué importa la transformación digital del transporte?

1.1. DEFINICIONES

1.2. RELEVANCIA DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL PARA EL TRANSPORTE

1.3. IMPORTANCIA PARA LA REGIÓN



¿A qué nos referimos y por qué importa la transformación digital del transporte?



1.1 Definiciones

El **sector transporte** abarca diferentes modos y procesos, que permiten el desplazamiento de personas y mercancías entre diferentes puntos geográficos. En este estudio, abordamos el análisis de la transformación digital del sector en tres ámbitos principales:

- (i) **Movilidad urbana:** se refiere al transporte de personas realizado en el contexto urbano, incluyendo al transporte privado -automóviles-, transporte público -autobuses, metro, cable y ferrocarriles urbanos- y transporte activo -caminata, bicicleta-.
- (ii) **Logística:** en este ámbito, nos focalizaremos en el almacenamiento y el transporte de mercancías que se realiza por vía terrestre y marítima, que son los modos predominantes en la región, ascendiendo al 98% del comercio doméstico e internacional (Calatayud & Montes, 2021)².
- (iii) **Transporte aéreo:** incluye tanto el transporte de personas como el de mercancías.

En estos ámbitos interviene una **multiplicidad de actores**, entre los que se encuentran las empresas constructoras y operadoras de infraestructura, las empresas proveedoras de servicios de transporte -tanto de pasajeros como de mercancías-, los respectivos usuarios -en el caso de pasajeros- y clientes -en el caso de mercancías-, y las autoridades locales y nacionales que ejercen funciones de planificación, regulación y supervisión del sector (BID, 2020b).

En el contexto de la **Cuarta Revolución Industrial**, el transporte está atravesando por un profundo proceso de transformación, no visto desde la invención del automóvil o del avión (Calatayud & Muñoz, 2020). A este proceso nos referimos con el término de **transformación digital**, el cual debe ser entendido más allá de la mera adopción de tecnología para automatizar procesos y reducir costos, sino como una verdadera **discontinuidad tecnológica** que genera un cambio fundamental en los modelos de negocio y las funciones del sector. Un primer impacto de esta discontinuidad es la generación de

² El transporte de mercancías por ferrocarril no se incluye en este estudio. El ferrocarril de corta distancia para el transporte de pasajeros está comprendido en el subsector de movilidad urbana.



un **cambio en la proposición de valor** a partir de, por ejemplo, comprender mejor el comportamiento y las necesidades de los usuarios mediante el uso de herramientas de *data science*. Un segundo efecto disruptivo de la transformación digital es el de facilitar la **desintermediación** entre proveedores de servicios de transporte y sus respectivos clientes. Así, la digitalización permite eliminar etapas, virtualizándolas, facilitando una integración más eficiente de operaciones y ofreciendo una mejor calidad en los servicios. Finalmente, un tercer efecto de la transformación digital es la **creación de nuevos productos y servicios**: las tecnologías digitales permiten a las empresas desarrollar nuevos modelos de negocio, apalancando su presencia en mercados tradicionales del transporte o del sector tecnológico, así como el surgimiento de nuevas empresas de base tecnológica que proveen soluciones para el transporte (Calatayud et al., 2022).

En este estudio, por lo tanto, nos referiremos a la **transformación digital del transporte** como:

El proceso de integrar tecnologías digitales a todos los componentes de la cadena de valor del sector, lo que implica cambios no sólo tecnológicos sino también operacionales, organizativos, culturales y de propuesta de valor a la sociedad.

Las principales **tecnologías** que consideraremos en este estudio, por su aplicación e impacto en el sector, son las siguientes (Calatayud & Katz, 2019; Calatayud & Montes, 2021)³:

- **Internet de las Cosas (IoT)**, por sus siglas en inglés): es el conjunto de sensores, dispositivos y redes que conectan objetos con sistemas de computación, permitiendo que los objetos generen información sobre sí mismos y el entorno en el que se encuentran.
- **Digitalización**: se refiere a la conversión de documentos y procesos que otrora se realizaban de manera física a información y procesos informáticos.
- **Inteligencia artificial (IA)**: es la ejecución informática de operaciones que son propias de la inteligencia humana, utilizando algoritmos que incluyen el aprendizaje automático o *machine learning*, a partir de la disponibilidad de grandes cantidades de datos o *big data*.
- **Computación en el Borde (Edge Computing)**: se refiere a la localización del procesamiento y el almacenamiento de datos más cerca de donde son creados, utilizando una arquitectura de computación distribuida.
- **5G**: es una tecnología inalámbrica para la transmisión de datos entre dispositivos, con mayor velocidad y menor latencia que la actual 4G.
- **Automatización**: se refiere a la aplicación de máquinas o de procedimientos automáticos en la realización de un proceso que antes era ejecutado manualmente.
- **Electrificación**: hace referencia al reemplazo de la combustión interna por la electricidad como fuente de energía.

³ Estas son las principales tecnologías que están transformando al sector. En el [Capítulo 2](#) se presenta un análisis detallado de estas y otras tecnologías y tendencias, sobre la base de una extensa revisión de literatura y de consultas con líderes mundiales y de la región.



1.2 Relevancia de la transformación digital para el transporte

Estudios recientes del BID señalan que, en la provisión de los servicios de infraestructura -incluido el transporte-, la transformación digital juega un papel disruptivo a tres niveles: (i) la eficientización de unidades productivas; (ii) la reconfiguración de cadenas de valor; y (iii) la creación de nuevos mercados a partir del despliegue de plataformas bilaterales o *marketplaces* (Calatayud et al., 2022).

La transformación digital incrementa la eficiencia de las empresas de infraestructura y transporte, mejora la coordinación en las cadenas de valor y genera nuevas oportunidades de negocio.

- La **eficientización de unidades productivas** se materializa de dos formas. En primer lugar, cada función en la cadena de valor puede elevar su nivel de desempeño simplemente mediante el incremento de eficiencia, asociado a la automatización de tareas y la reducción de costos y tiempos necesarios para la prosecución de dichas tareas. Por ejemplo, en el sector de transporte, las soluciones de inteligencia artificial permiten anticipar cambios en la demanda de servicios y adaptar el posicionamiento y la frecuencia de las flotas de pasajeros y de distribución de mercancías de acuerdo con los volúmenes esperados. Estas ganancias de eficiencia también se materializan en menores niveles de emisiones y, por tanto, de contribución al cambio climático por parte del sector. En segundo lugar, cuando la transformación digital incluye a proveedores y clientes de una organización, puede **optimizar las interacciones entre los actores que participan en la cadena de valor para la provisión de servicios de infraestructura**. Por ejemplo, la implementación de sensores en contenedores puede incrementar la trazabilidad y la visibilidad en torno al estado y ubicación de los mismos, facilitando la planificación en el uso de grúas y otros activos portuarios, así como el ingreso de camiones a puerto, mejorando no solo la eficiencia operativa sino también energética.
- La **reconfiguración de industrias y cadenas de valor** a partir de la transformación digital se refiere a la posibilidad de que ciertos agentes de la cadena puedan ocupar posiciones nuevas, desintermediando así a jugadores tradicionales. De manera similar, los participantes de la cadena pueden apalancar tecnologías digitales para posicionarse como especialistas en ciertos eslabones, transformándose en jugadores dominantes en base a economías de escala y el acceso a activos de información. El sector de transporte presenta un ejemplo de ello en la aparición de empresas tecnológicas dedicadas al comercio electrónico, ahora con capacidad de realizar transporte terrestre, aéreo y marítimo. Asimismo, surgen nuevas empresas de base tecnológica proveedoras servicios que permiten reconfigurar procesos y relaciones entre los actores del transporte. De este modo, la reconfiguración permite el surgimiento de nuevas áreas de negocio para empresas dentro y fuera del sector.
- La transformación digital facilita **la creación de mercados bilaterales con base en plataformas que vinculan oferta y demanda** de manera eficiente. En este caso, el operador de la plataforma permite que múltiples proveedores de bienes y servicios puedan llegar a un mercado compuesto por numerosas empresas adquirentes



del producto. El beneficio para la empresa adquirente de bienes o servicios es la posibilidad de obtener una mayor variedad de ofertas y la posibilidad de realizar una compra a precio más competitivo que en el caso de un sitio de un operador minorista. Un ejemplo de ello son las plataformas de contratación de servicios de transporte terrestre, donde una empresa manifiesta su intención de contratar un servicio y las empresas de transporte que participan en la plataforma ofrecen cotizaciones de acuerdo con las características del servicio requerido. En este sentido, la digitalización también facilita la desintermediación de operadores tradicionales.

La digitalización también **mejora el ambiente de negocios en el que se desarrollan los servicios de transporte**. En este aspecto, **la transformación digital del sector público es clave**, dado que este sector no sólo establece el marco institucional y normativo para el transporte, sino que también provee por sí mismo algunos servicios. Por ejemplo, el sector público es quien debe gestionar el tráfico en las redes urbanas, para maximizar su capacidad. También, es quien otorga cupos de despacho en puertos y realiza las actividades de control aduanero, de cuya eficiencia depende el nivel de desempeño del transporte internacional (Calatayud & Katz, 2019).

Finalmente, cabe resaltar el **rol más empoderado del cliente o usuario de los servicios de transporte**. Cada vez más, la gestión de las operaciones en el sector está focalizada en satisfacer la demanda de un usuario con necesidades más diferenciadas en su consumo. En este aspecto, la digitalización permite a usuarios y clientes ejercer una influencia en la oferta de los servicios del sector. En efecto, las tecnologías digitales posibilitan que el usuario pueda personalizar el servicio de acuerdo con sus preferencias (como en el caso de tipos de comida en vuelos o entretenimiento a bordo), adaptar su consumo en base a consideraciones ambientales (como en la elección del modo menos contaminante para moverse en la ciudad) y hasta transformarse en un proveedor de servicios (a partir de la participación en plataformas colaborativas de transporte, por ejemplo). Asimismo, contribuyen a una participación más efectiva por parte del beneficiario del servicio, a partir de la evaluación sobre la calidad de los servicios suministrados (por ej., la puntuación del grado de limpieza del transporte público) por medio de aplicaciones electrónicas.

En resumen, **la transformación digital en el sector transporte se traduce en cinco beneficios**: (i) aumento de la eficiencia de empresas involucradas en la provisión de servicios; (ii) reducción de costos de coordinación entre eslabones de la cadena y actores del sector; (iii) mejora en el desempeño de las tareas realizadas por el sector público; (iv) incremento de la competitividad de empresas exportadoras; y (v) empoderamiento de clientes o usuarios. Además de los beneficios percibidos a nivel individual, es cuando la transformación digital se da en los diferentes actores involucrados en el sector -empresas constructoras y operadoras de infraestructura, empresas prestadoras de servicios de transporte, agencias públicas y usuarios- que puede esperarse un cambio radical en la productividad del mismo, con los consiguientes beneficios en materia económica y de calidad de vida de los ciudadanos que utilizan estos servicios. A nivel agregado, estimaciones recientes del BID sugieren que la reducción en 15% del costo de los servicios de infraestructura gracias a un mejor uso de tecnologías digitales podría aumentar el PIB de América Latina y el Caribe en 6% en 10 años (BID, 2020a).



5

“

beneficios de la transformación digital: mayor eficiencia de las empresas, menores costos de coordinación en cadenas de valor, mejor desempeño del sector público, mayor competitividad y mayor empoderamiento de clientes y usuarios.

”



1.3 Importancia para la región

Ante todo, cabe resaltar que el transporte es un componente esencial para **el crecimiento, la inclusión, la calidad de vida y el desarrollo sostenible**. El transporte permite el movimiento de personas, bienes y servicios y es el medio de acceso a mercados y oportunidades de trabajo, salud y educación. Por ejemplo, en el contexto urbano, el acceso a un transporte público de alta calidad puede hacer que las ciudades sean más inclusivas, al aumentar la movilidad y las oportunidades para sus habitantes, particularmente para las personas de bajos ingresos y grupos desfavorecidos. En el ámbito económico, una reducción de los costos de transporte puede contribuir, entre otros, a mejorar la integración productiva y territorial. Por su parte, al ser uno de los principales emisores de gases contaminantes a nivel mundial, es una pieza clave para enfrentar el cambio climático (BID, 2020b).

Recientemente, la **pandemia de COVID-19** ha evidenciado la importancia del sector para las economías y las sociedades. Por ejemplo, la continuidad del transporte de mercancías a nivel nacional e internacional permitió abastecer de insumos básicos a una población recluida en sus hogares debido a las políticas de confinamiento aplicadas para reducir la transmisión del virus. Del mismo modo, las medidas de recuperación económica implementadas por una miríada de países a nivel mundial contemplan la inversión en infraestructura y servicios de transporte, como mecanismo para: (i) la generación de empleo; (ii) la reducción de costos logísticos a fin de lograr una mayor inserción internacional; (iii) la lucha contra el cambio climático; y (iv) la mayor inclusión social.

A la vez, la pandemia de COVID-19 ha resaltado la necesidad de avanzar en la transformación digital del transporte, para que pueda contribuir de mejor manera a la recuperación económica, la inclusión y la sostenibilidad. Si bien los países de ALC han realizado importantes avances en materia de, por ejemplo, infraestructura dedicada al transporte público y activo, conectividad marítima y políticas públicas de logística, en la actualidad el transporte en la región presenta importantes **desafíos**, entre los que se encuentran (BID, 2020b).

- El aumento de la tasa de motorización, la menor calidad y uso del transporte público y, en consecuencia, los mayores niveles de congestión urbana.
- Los altos costos logísticos de la región, que afectan la competitividad de las empresas de ALC y dificultan su inserción en las cadenas globales de valor.
- Las emisiones contaminantes provenientes del sector y su efecto nocivo en el medioambiente.
- El impacto financiero de la pandemia de COVID-19 en las empresas de transporte, especialmente en las de transporte aéreo, transporte público y transporte terrestre de mercancías, que amenaza la supervivencia de las mismas, con sus consiguientes efectos en materia económica y social.



La transformación digital presenta una oportunidad única para incrementar la eficiencia, inclusión, resiliencia y sostenibilidad del transporte, potenciancdo el rol del sector como pilar para la recuperación post pandémica.

En este contexto y en línea con la **Visión 2025 del BID**, la transformación digital presenta una oportunidad única para incrementar la eficiencia, inclusión, resiliencia y sostenibilidad del sector. En el **Capítulo 2** detallaremos las tendencias y los beneficios esperados de la transformación digital para la movilidad urbana, la logística y el transporte aéreo, según las diferentes tecnologías; resumimos aquí los beneficios esperados para el sector de manera general:

- Ganancias en **eficiencia** sin precedentes, producto de mayor visibilidad y la gestión coordinada o integrada de procesos que involucran a los múltiples actores del sector.
- Mejoras en la **calidad** de los servicios, con mayor previsibilidad, fiabilidad y adaptación a las necesidades de los usuarios.
- **Reducción de las emisiones** nocivas del sector, producto de las ganancias en eficiencia operativa y energética.
- Diversificación de fuentes de ingreso, a partir de la generación de **nuevos servicios**.

Asimismo, durante la recuperación post pandémica, la adopción y el uso de tecnologías digitales serán elementos clave para **multiplicar el impacto económico de la inversión** en infraestructura y servicios de transporte, con una perspectiva de reconstruir mejor o **build-back-better**, enfocada en la eficiencia de la inversión y del gasto público, en la resiliencia a los efectos del cambio climático y en la búsqueda de una mayor sostenibilidad socioambiental (BID, 2020a).

Para promover la transformación del transporte en ALC, será fundamental fortalecer la **colaboración público-privada**. En efecto, es el sector privado quien impulsa la transformación digital, a través de cuatro actores principales: (i) las grandes empresas de transporte, que poseen áreas dedicadas a la investigación y desarrollo (I+D), así como también áreas de innovación estrechamente vinculadas con la adopción de nuevos modelos de operación y negocios apalancados en el uso de nuevas tecnologías; (ii) las compañías tecnológicas, que proveen soluciones para el sector; (iii) el ecosistema emprendedor e innovador, que también funge como motor de generación de soluciones y productos innovadores; y (iv) el sector financiero, que provee recursos que facilitan las inversiones necesarias para desarrollar y escalar soluciones (**ver Capítulo 3**). Por su parte, el sector público cumple un rol importante en promover que la transformación apunte a los objetivos de eficiencia, sostenibilidad e inclusión de los sistemas de transporte, y en coordinar las iniciativas de múltiples actores bajo un proyecto nacional de desarrollo. Por esta razón, la colaboración público-privada se encuentra entre los pilares de las estrategias de promoción de la transformación digital del transporte en los países líderes a nivel internacional (**ver Capítulo 4**).



2

Principales tendencias a nivel global

- 2.1. TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN MOVILIDAD URBANA
- 2.2. TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LOGÍSTICA
- 2.3. TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN TRANSPORTE AÉREO
- 2.4. DESAFÍOS DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL TRANSPORTE



Principales tendencias a nivel global

En este capítulo, presentaremos las principales tendencias de transformación digital para el sector transporte a nivel global organizadas en **tres grandes subsectores: (i) movilidad urbana; (ii) logística; y (iii) transporte aéreo**. La identificación de tales tendencias se basa en una revisión de más de 300 artículos de literatura académica y aplicada, así como 96 entrevistas realizadas a los actores del sector, según la metodología contenida en el **Capítulo 5**. En general, los objetivos que se buscan al invertir en estas tecnologías se centran en **incrementar la eficiencia operativa**, mediante la digitalización, automatización e integración de operaciones, **brindar mayor seguridad y sostenibilidad** a las mismas, y **generar nuevas propuestas de valor** y fuentes de negocio. Ilustraremos los avances realizados mediante ejemplos en países líderes. Esto será utilizado en el **Capítulo 5** para comparar la situación de las economías avanzadas con el estado de la transformación digital del transporte en ALC.

Unido a las tecnologías mencionadas en el **Capítulo 1**, que son la base para la transformación digital del sector, relevamos una multiplicidad de tecnologías que se aplican en la movilidad urbana, la logística y el transporte aéreo. Estas son resumidas en el **Cuadro 2.1** y agrupadas de acuerdo con la utilidad que se les da en el sector, como explicaremos en las siguientes secciones. Mientras que las tecnologías pueden pertenecer a más de un grupo -por ejemplo, el Internet de las Cosas está presente en la digitalización de operaciones, aunque también es utilizado como fuente de información para la reducción de emisiones-, en el cuadro se las clasifica de acuerdo con su uso más frecuente según la literatura analizada.

Si bien la transformación digital está asociada a **un gran número de beneficios**, también trae consigo **desafíos**, sobre lo que reflexionaremos en la última sección de este capítulo.



Cuadro 2.1. ► PRINCIPALES TECNOLOGÍAS PARA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL RELEVADAS EN EL SECTOR TRANSPORTE

	PRINCIPALES TECNOLOGÍAS	SUBSECTOR DEL TRANSPORTE				
		Aéreo	LOGÍSTICA			Movilidad urbana
			Marítimo	Carretero	Logística urbana	
Digitalización de operaciones	5G	✓	✓	✓	✓	✓
	Big Data	✓	✓	✓	✓	✓
	Blockchain		✓	✓	✓	
	Computación en el Borde (<i>Edge Computing</i>)	✓	✓	✓	✓	✓
	Gemelos digitales	✓	✓			
	Inteligencia Artificial (AI)	✓	✓	✓	✓	✓
	Internet de las Cosas (IoT)	✓	✓	✓	✓	✓
	Plataformas digitales	✓	✓	✓	✓	✓
	Sistema de Gestión de Flotas (FMS)			✓	✓	✓
	Sistema de Posicionamiento Global (GPS)	✓	✓	✓	✓	✓
	Telemática		✓	✓	✓	✓
	V2X, V2I, V2V			✓	✓	✓
Automatización de operaciones	Cobro electrónico de peajes			✓	✓	✓
	Identidad digital	✓	✓			✓
	Torres de control remotas	✓	✓		✓	
	Vehículos Aéreos no Tripulados (UAV)	✓	✓	✓	✓	
	Vehículos Autónomos (AV)	✓	✓	✓	✓	✓
Seguridad y sostenibilidad	Biometría	✓	✓			
	Encriptado	✓	✓	✓	✓	✓
	Estándares de cifrado	✓	✓	✓	✓	✓
	Energías alternativas	✓	✓	✓	✓	✓
	Vehículos Eléctricos	✓	✓	✓	✓	✓

Fuente: Autores.



2.1 Transformación digital en movilidad urbana

Tradicionalmente, la movilidad urbana -referida aquí a la movilidad de personas- ha abarcado al transporte público, privado y activo -bicicleta y caminata-. En los últimos años, con la irrupción de las tecnologías digitales, han surgido nuevas modalidades de transporte, como la micromovilidad y las plataformas de redes de transporte. A continuación, presentaremos las principales tecnologías que están transformando al subsector, agrupadas en tres categorías: (i) **tecnologías para la digitalización de operaciones**; (ii) **tecnologías para la automatización de operaciones**; y (iii) **tecnologías para la integración de operaciones**.

Figura 2.1. ► PRINCIPALES TECNOLOGÍAS EN MOVILIDAD URBANA



Fuente: Autores.



2.1.1 Tecnologías para la digitalización de operaciones

En el centro de estas tecnologías se encuentran **el GPS, los teléfonos móviles inteligentes, el IoT, la IA, la computación en el borde y las plataformas digitales**. Una gran cantidad de los vehículos y autobuses ya cuentan con **GPS**, sistema que recibe información sobre la ubicación en tiempo real de los mismos. Esta información puede ser utilizada por parte de los operadores de transporte público y flotas de taxis para planificar rutas y responder mejor a las condiciones de la red (Gutiérrez et al., 2020). Además, puede ser comunicada a los usuarios por los mismos operadores, o mediante aplicaciones móviles (Google Maps, Moovit, etc.), facilitando la elección de modo o ruta y planificando su viaje de mejor manera (Chan et al., 2020). Además, esto permite que las autoridades puedan supervisar que la flota operativa cumpla con los recorridos establecidos, y también identificar comportamientos anómalos de las flotas y de los conductores (OCDE/ITF, 2016; Zhou et al., 2016).

Desde 2020, y debido a la necesidad del distanciamiento social en la pandemia, los pasajeros de los autobuses de Nueva York pueden acceder a la información en tiempo real del servicio mediante la aplicación MYmta. La aplicación informa a los usuarios sobre el estado del servicio (ubicación y ocupación de los vehículos) y los notifica en caso de existir anomalías en los recorridos. El sistema recolecta información en tiempo real por medio de tres fuentes de información: (i) sensores contadores de pasajeros ubicados en las entradas y salidas de los buses; (ii) tecnologías de patrones en imágenes 3D; y (iii) un sistema GPS que permite vincular la información de los pasajeros con la ubicación del vehículo (Mass Transit, 2020). Al igual que New York, una gran cantidad de ciudades ya cuentan con aplicaciones que comunican a los usuarios el estado real de los servicios: Barcelona (TMB App), París (Bonjour Paris), Londres (TfL go), Berlín (BVG Fahrinfo), Singapur (MyTransport.SG), entre otros (véase OCDE/ITF, 2020).

El incremento en la penetración de los **teléfonos móviles inteligentes** está cambiando radicalmente la movilidad urbana, especialmente con el desarrollo de **aplicaciones móviles** como *Waze* o *Moovit*, que ayudan a que los usuarios planifiquen su ruta de acuerdo a las condiciones de tráfico, y puedan reportar incidentes en las vías y los niveles de servicio que están experimentando. Esto permite que otros usuarios puedan informarse en tiempo real sobre el estado de la red de transporte y puedan optimizar su modo o ruta. Este tipo de aplicaciones también permite generar **big data** para, entre otros, analizar aspectos como accidentalidad y congestión, así como estimar indicadores de eficiencia del transporte público.



Transport for London utiliza el big data en distintos procesos. Por ejemplo, a través de la localización de los buses y la información de los billetes y medios de pago, pueden aproximar una matriz origen-destino de los usuarios, lo que permite evaluar la planificación de los recorridos. Otro uso se refiere al análisis de accidentes viales, que permitió identificar patrones comunes en los accidentes graves y mortales, a partir de lo cual desarrollaron un mapa interactivo que almacena los accidentes de los últimos diez años para cada punto del mapa. Este mapa es empleado para realizar intervenciones que incrementen la seguridad vial. Asimismo, utilizan big data para mejorar la gestión de la red vial, mediante la predicción de puntos críticos de congestión en la red (Intelligent Transport, 2016).

Las aplicaciones móviles también han generado nuevos negocios. Entre estos se encuentran las **plataformas de movilidad compartida**. Estas aplicaciones han permitido también la expansión de la **micromovilidad**, que se refiere a vehículos ligeros tales como patinetas y bicicletas eléctricas, que pueden circular hasta una velocidad de 25 km/hr, y que por lo general son utilizados para viajes de hasta 10 kilómetros (Vadillo et al., 2021).

Respecto a la micromovilidad, en Estados Unidos el número de viajes en estos modos aumentó de 35 millones en 2017 a 135 millones de viajes en 2019, explicado principalmente por la masificación de uso de patinetas eléctricas en 2019 (NACTO, 2020). La información obtenida de las principales ciudades europeas y estadounidenses en 2019 muestra que la introducción de las mismas produjo una migración de viajes hacia este modo: 36% de los viajes otrora realizados en vehículo privado, 37% de los viajes a pie, 13% de los viajes en transporte público y 9% de los viajes en bicicleta (London Cycling Campaign, 2020).

La eficiencia en la gestión de los procesos de movilidad urbana está mejorando significativamente gracias a datos de GPS, teléfonos móviles inteligentes, Internet de las Cosas, modelos de inteligencia artificial, computación en el borde y plataformas digitales.

Estos nuevos negocios van de la mano de la creciente digitalización de pagos, o **pagos electrónicos**. En el caso del transporte público, la evolución fue primero hacia el pago con una tarjeta validadora o de transporte, con la cual los usuarios podían integrar las etapas del viaje en transporte público pagando solo una vez. Actualmente, se ha avanzado en la aplicación del pago electrónico, el cual consiste en validar la transacción con algún dispositivo tecnológico (*smartwatch*, celular, *tablet*, tarjeta bancaria, entre otros) (Hollnagel & Fook, 2019). De acuerdo con estudios recientes, el pago electrónico disminuye el costo de gestión en torno al 70%, al cambiar la emisión de un ticket físico por uno virtual (Visa, 2020). Un beneficio ulterior del pago electrónico, unido a las plataformas digitales, es la integración de servicios de transporte, tema que será abordado en el punto 2.1.3 de esta sección. Las nuevas



El avance en la conectividad entre vehículos (V2V) y vehículos e infraestructura (V2I) proveerá información clave para tomar decisiones en tiempo real en materia de gestión de la movilidad urbana, reduciendo la congestión y la incidentalidad vial.

tecnologías de pago o cobro también permiten aplicar nuevas políticas tarifarias, tales como el *fare capping* o limitación de tarifas, que consiste en que aquellos viajeros que quieren pagar pasajes individuales (o que por razones económicas no pueden comprar abonos mensuales o semanales) utilizan pases periódicos en función de la cantidad de viajes/gastos realizados durante períodos de tiempo sin necesidad de comprarlos por adelantado. Esto es visto por muchas agencias como una ventaja de equidad en la promoción de servicios de transporte público. Novedades como estas se complementan con otras opciones para poblaciones específicas a las que se le quiera dar beneficios o descuentos en el pago de servicios de movilidad urbana.

Otra importante fuente de datos para la planificación del transporte y la mejora de los servicios de movilidad urbana es la gran cantidad de **sensores y cámaras de vídeo** ubicados en vías, vehículos y unidades de transporte. Los datos son transmitidos por redes de comunicaciones a centros de almacenamiento informático. Estos son luego procesados por **modelos de IA** para informar la toma de decisiones de operadores de transporte, autoridades y usuarios. A medida que se avance en la conectividad entre vehículos (**V2V**, por sus siglas en inglés), con la infraestructura (**V2I**), y con la implementación de las **redes 5G**, la posibilidad de recibir, procesar y tomar decisiones en tiempo real incrementará radicalmente, por ejemplo, en relación con la asignación de estacionamientos, la planificación de rutas y la prevención de incidentes de tráfico. La tecnología de **computación en el borde** (*Edge Computing*) permite realizar complejos análisis, cómo análisis de vídeos, en lugares donde no exista suficiente conectividad y se requiera tomar decisiones en tiempo real. Con respecto a la seguridad vial, el aumento de sensores en unidades de transporte permite una maniobrabilidad más segura por parte del conductor, indicando si hay peatones o ciclistas situados en puntos ciegos (Intelligent Transport, 2018). Asimismo, existen sistemas de transporte público que poseen comunicación continua con la policía. En caso de ocurrir algún robo en el autobús, la policía tiene información en tiempo real de la ubicación del mismo y puede llegar en pocos minutos.

El sistema ADAS (sistema avanzado de dirección asistida, por sus siglas en inglés) se define como la recopilación de datos ambientales del interior y exterior del vehículo donde, a través de sensores integrados, se detecta la presencia objetos estáticos y móviles cercanos al vehículo. Considera una amplia gama de tecnologías como sistemas de alertas -colisiones frontales (FCW), para mantenerse en el carril (LKCA), frenos automáticos de emergencia (AEB)- y de apoyo al conductor -asistencia de estacionamiento, velocidad crucero adaptativa- (SAE, 2021). Actualmente existen numerosas empresas privadas que ofrecen la instalación de cámaras que producen una imagen con visión en 360 grados o sistemas de sensores que detectan los obstáculos cercanos al autobús, para que el conductor pueda monitorear los puntos ciegos del vehículo (Viatech, 2019). La Unión Europea emitió en 2018 una regulación que declara que desde 2022 la implementación de estos sistemas de seguridad es obligatoria.



Un ejemplo de seguridad al interior de los vehículos es el sistema implementado por la ciudad de Boston. Todos los autobuses del transporte público (MBTA) poseen cámaras de vigilancia y un GPS que reporta la localización en tiempo real del vehículo. Mediante el sistema Omnicast, MBTA posee también una central que almacena los vídeos registrados y tienen un procedimiento coordinado con la policía en caso de que ocurra algún acto delictivo.

Otro beneficio relacionado con estas tecnologías es la posibilidad de pasar de un mantenimiento reactivo ante fallas o daños a los activos de transporte e infraestructura, a un mantenimiento preventivo y más frecuente. Con el uso de sensores en los vehículos y la visualización de las vías a través de cámaras o imágenes satelitales, se puede monitorear el estado de las vías y de los vehículos de manera más periódica. Este mantenimiento preventivo reduce el número de fallas durante la operación, mejora la disponibilidad de vehículos y fiabilidad del sistema, y favorece a la supervisión del rendimiento de los vehículos y actividades de mantenimiento a lo largo del tiempo. En un paso posterior, los equipos de mantenimiento pueden analizar la información histórica recopilada y hacer predicciones de las fallas que ocurrirán.

Los datos generados por la telefonía móvil, las plataformas digitales, las redes sociales, los pagos electrónicos y los dispositivos de IoT, que poseen enorme granularidad temporal y espacial, están siendo sistematizados y analizados a través de **modelos de inteligencia artificial** para mejorar la toma de decisiones por parte de los operadores y las autoridades en cuanto gestión de flotas, de tráfico y planificación del transporte y uso del suelo. Entre otros, se están utilizando para complementar las encuestas origen-destino (Rendón et al., 2020), analizar y cuantificar la congestión urbana (Calatayud et al., 2021), mejorar la seguridad vial (Sánchez González et al., 2021), estimar el impacto de obras de infraestructura y medidas de política pública (Bedoya-Maya & Calatayud, 2022), o definir nuevas rutas de transporte público que se ajusten a la demanda (Sala et al., 2021).

2.1.2 Tecnologías para la automatización de operaciones

En el ámbito de la movilidad urbana, la automatización asume diversas formas, entre las cuales se encuentran los **sistemas avanzados de gestión de tráfico** (ATMS, por sus siglas en inglés), que procesan y analizan datos recolectados por videocámaras y sensores en las vías para mejorar el flujo de tráfico, así como la automatización de procesos de recolección y procesamiento de datos mediante IoT e IA. Especial atención reciben los **vehículos sin conductor o autónomos** (AV, por sus siglas en inglés). La Sociedad de Ingenieros Automotrices clasifica la automatización de los vehículos en seis niveles, de 0 a 5. En el nivel 0, todas las funciones de conducción requieren una intervención humana; y en los niveles 4 y 5 el vehículo puede responder de forma autónoma a todas las situaciones de conducción. La automatización de nivel 3 -el conductor no tiene que monitorear el sistema de manera continua, pero debe estar todo el tiempo en condiciones de asumir el control- ya está funcionando en algunos vehículos en países



líderes. Mientras tanto, avanzan las pruebas de nivel 4 en la vía pública, pero todavía no hay consenso respecto de cuándo podrían estar disponibles comercialmente, lo que dependerá de una combinación de avances tecnológicos, seguridad operativa, políticas públicas, marco regulatorio, infraestructura y costos. Las proyecciones optimistas sugieren que los vehículos autónomos de niveles 4 y 5 representarán el 50% de las ventas de vehículos hacia 2035; cálculos más conservadores sugieren que este umbral solo se alcanzará después de 2050 (Calatayud & Muñoz, 2020).

Muchos de los países líderes en la transformación digital del transporte han realizado pruebas de vehículos autónomos, incluyendo los siguientes casos (Rodríguez et al., 2021):

- La empresa Waymo en 2018 fue la primera en conseguir la licencia de la circulación de vehículos totalmente autónomos en California. Además, ha realizado pruebas en los estados de Washington, Texas, Michigan y Georgia. En 2019, en Los Ángeles se aprobó la circulación de tres furgonetas en el centro de la ciudad y el vecindario Miracle View, las cuales generaban mapas 3D de las secciones con más tráfico.
- La empresa Uber ATG en 2014 lanzó su primer servicio de vehículo autónomo en Pittsburgh, donde habilitó una flota de vehículos Ford Fusion que elaboraban mapas tridimensionales. En 2016 comenzó a probar vehículos SUV en San Francisco, pero su prueba fue suspendida debido a que no contaba con la licencia para operar. En 2017, comenzó a operar en Arizona recogiendo pasajeros mediante la aplicación.
- La empresa Olli en 2016 comenzó a hacer pruebas en las autopistas de Washington DC, con una velocidad máxima de 20 km/hr. En 2017 hizo pruebas adicionales en las ciudades de Las Vegas y Miami. En 2019 hizo dos pruebas de seis meses en Australia, donde los vehículos recorrían una distancia de 1,4 km.
- La empresa Navya comenzó a testear minibuses autónomos en Greenwich (UK) y Saône y Civaux (Francia). Una compañía suiza fue su primer cliente, la cual encargó dos minibuses para la ciudad de Sion en Suiza. En 2016 inició su servicio en Lyon (Francia), donde dos minibuses recorrían 1,3 km. En 2017 hizo una alianza con la Universidad de Michigan, donde hicieron pruebas de dos buses en el campus de la universidad; además, hicieron pruebas en Japón, Estados Unidos, Francia, Australia, Nueva Zelanda y el Sudeste Asiático.
- La empresa Easymile actualmente cuenta con más de 200 proyectos desplegados en más de 20 países. Sus vehículos han recorrido más de 600.000 kilómetros y han transportado a más de 3.800 personas. Sus proyectos más destacados son: (i) primera línea de transporte público del minibus EZ10 en Bad Birnbach (Alemania) en 2017; (ii) primer servicio de transporte compartido en la fábrica del Grupo TLD en Sorigny (Francia) desde 2018; y (iii) pruebas del tractor de remolque autónomo TractEasy en la planta industrial del Grupo TLD y en el aeropuerto de Narita (Japón) 2019.



36% “ de los viajes realizados en automóvil en ciudades europeas y norteamericanas migraron a servicios de micromovilidad, contribuyendo a reducir la congestión urbana (London Cycling Campaign, 2020). ”



Las proyecciones optimistas indican que los vehículos autónomos de niveles 4 y 5 representarán el 50% de las ventas de vehículos hacia 2035; cálculos más conservadores sugieren que este umbral solo se alcanzará después de 2050.

Como indicado por Calatayud & Muñoz (2020), se espera que la adopción de AV en niveles 4 y 5 tenga impactos positivos para la mejora de la eficiencia, la inclusión y la sostenibilidad en la movilidad urbana. Con respecto a la eficiencia, esta tecnología permitiría brindar una mayor comodidad y productividad para los viajeros, que podrían realizar otras tareas (dormir, trabajar) mientras viajan. También se podría mejorar el manejo del tráfico y la planificación urbana utilizando el *big data* generado por los vehículos autónomos. Otro beneficio sería el menor costo de movilidad y logística debido a costos laborales más bajos y asignación de ruta vehicular gracias al *big data*. Respecto a la inclusión y con políticas adecuadas, se esperaría una mayor movilidad para los ciudadanos mayores, los no conductores y las personas discapacitadas. Finalmente, en relación a la sostenibilidad, se estima un aumento de la seguridad vial gracias a una menor dependencia de los factores humanos, que causan el 90% de los accidentes, un ahorro de combustible de hasta 20% por una conducción más eficiente y una liberación de espacio urbano para desarrollos sostenibles, al requerir menos estacionamiento (Calatayud & Muñoz, 2020).

Un uso adicional de los AV será en **flotas de vehículos autónomos disponibles on-demand**, por medio de plataformas digitales, lo que competirá con tener un vehículo en el hogar. Entre los beneficios esperados se encuentran un aumento en la accesibilidad al transporte público, cubriendo las primeras y últimas millas, así como las zonas de baja densidad urbana; evitar el costo de estacionamiento; disminuir el parque vehicular y reducir la congestión urbana cuando estos vehículos se utilicen de manera compartida.

2.1.3 Tecnologías para la integración de operaciones

La utilización de **plataformas digitales** está permitiendo la integración de diferentes modos, como la bicicleta, la micromovilidad, el transporte público y los servicios de vehículos compartidos, pudiendo elegir realizar un tramo en un modo y luego cambiar a otro modo o más para los siguientes tramos. Algunos beneficios de estas aplicaciones son que aumentan la accesibilidad de los usuarios a la red de transporte público, reducen la congestión al incrementar la tasa de ocupación de los vehículos y mejoran la calidad ambiental de la ciudad (Bedoya-Maya et al., 2021; Kim et al., 2021; Oviedo et al., 2021). La evolución de estas plataformas se denomina **Movilidad como Servicio** (MaaS, por las siglas en inglés de *Mobility-as-a-Service*), definida como la integración de servicios de movilidad existentes (y nuevos) en una sola plataforma digital, donde se les entrega a los usuarios alternativas intermodales para su viaje completo. Es decir, en lugar de poseer un modo de transporte o combinar varios en el viaje, en este caso los pasajeros comprarían un paquete de servicio de transporte que se ajuste a sus necesidades (Zijlstra et al., 2020). La digitalización e integración de los pagos es clave para la factibilidad de MaaS (Gordillo et al., 2019; Rodríguez & Gordillo, 2018). A los usuarios se les puede ofrecer dos formas de pago: (i) una suscripción mensual, con acceso ilimitado a la red de transporte



público, kilometraje limitado en movilidad compartida o taxi, y horas máximas de arriendo de automóvil; o (ii) que vayan pagando a medida que van utilizando los servicios (*pay-as-you-go*).

Siguiendo a EVA (2020), existen tres modelos de integración entre los actores de MaaS, los cuales difieren en sus efectos en la movilidad, calidad del transporte, uso de energía y cantidad de usuarios:

Cuadro 2.2. ► TIPO DE MODELOS DE MaaS

<p>Modelo MaaS 1</p> <p>—</p> <p>INTEGRADOR COMERCIAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado con acuerdo entre proveedor de MaaS y operadores de transporte. • Competencia y mercados libres no regulados. • Es probable que los datos no se compartan con la autoridad pública, lo que evitaría que se mejore la gestión pública. • Se cuestiona si es socialmente inclusivo.
<p>Modelo MaaS 2</p> <p>—</p> <p>PLATAFORMA ABIERTA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Establecida por una entidad pública, con reglamento determinado por la autoridad pública. • Sirve como infraestructura pública. Todos los proveedores de movilidad deben proporcionar acceso a sus datos y abrir su interfaz de programación de aplicaciones (APIs). • Los proveedores locales de movilidad tienen más probabilidad de integrarse. • Es necesario definir financiamiento de la plataforma abierta.
<p>Modelo MaaS 3</p> <p>—</p> <p>EL TRANSPORTE COMO INTEGRADOR</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecuta el transporte público con servicios de movilidad seleccionados. Normas establecidas por el transporte público. • Otros proveedores de servicio de movilidad pueden facilitar sus APIs • Percibido como el que logra mayor movilidad sostenible, siendo socialmente inclusivo y con mayor alineación respecto a las políticas públicas (se compartirían los datos con la autoridad).

Fuente: Autores sobre la base de EVA (2020).

La aplicación Whim en Helsinki ofrece acceso al transporte público, la posibilidad rentar un automóvil, pedir taxi y desbloquear una bicicleta o patineta eléctrica pública. La aplicación localiza las estaciones y vehículos, y revisa los itinerarios del transporte público y su ocupación. Para iniciar su viaje, el usuario debe indicar su destino y la aplicación le ofrece distintas alternativas de viaje. Luego solo tiene que validar el viaje y se genera un código QR para validarlo. La aplicación ofrece distintos paquetes para los diferentes perfiles de usuarios. El valor de suscripción es de EUR 499 mensuales, lo que permite el acceso ilimitado a cualquier modo de transporte (Cerema, 2019; Velco, 2018).



En Viena se creó la aplicación Wien Mobil, la cual tiene un costo anual de EUR 365. Esta aplicación facilita a los usuarios acceder a distintos servicios de movilidad urbana como el transporte público, bicicletas públicas, autos compartidos, taxis, patinetas y estacionamientos disponibles. La aplicación reduce las dificultades para los viajes multimodales, permitiendo acceder a las plataformas de los operadores, contactar a taxis y comprar los billetes de los modos en la misma aplicación. Un tercio de la población utiliza esta aplicación (Cerema, 2019; Velco, 2018).

Finalmente, la generación de **big data** mediante GPS, IoT, cámaras de vídeo, entre otras tecnologías, unido a la **digitalización de operaciones** por parte de los diferentes actores involucrados en la movilidad urbana, está facilitando el intercambio de información y la integración de operaciones, por ejemplo, entre la gestión de flotas de transporte y la programación de semáforos y, más en general, la gestión de tráfico urbano. A través de sistemas integrados de transporte intermodal se puede tener la información sobre las posiciones exactas de las unidades de transporte, identificar si hay algún bloqueo en las vías urbanas y redireccionar a tales unidades para evitar demoras. Asimismo, se puede adecuar la programación de los semáforos de tal manera que los ciclos semafóricos se vayan adaptando en función de la congestión vial (Jeon et al., 2018).



2.2 Transformación digital en logística

El transporte y la distribución de mercancías puede realizarse a través de diferentes modos. En este estudio nos focalizaremos en los más utilizados en ALC: marítimo (por ejemplo, 95% del volumen del comercio internacional regional) y carretero (30% del comercio intrarregional en América del Sur y casi la totalidad en Centroamérica) (Calatayud & Montes, 2021). Dentro del carretero, dividiremos entre los segmentos de transporte de larga distancia y distribución urbana de mercancías. Por su parte, el transporte aéreo de mercancías será abordado en la sección 2.3.

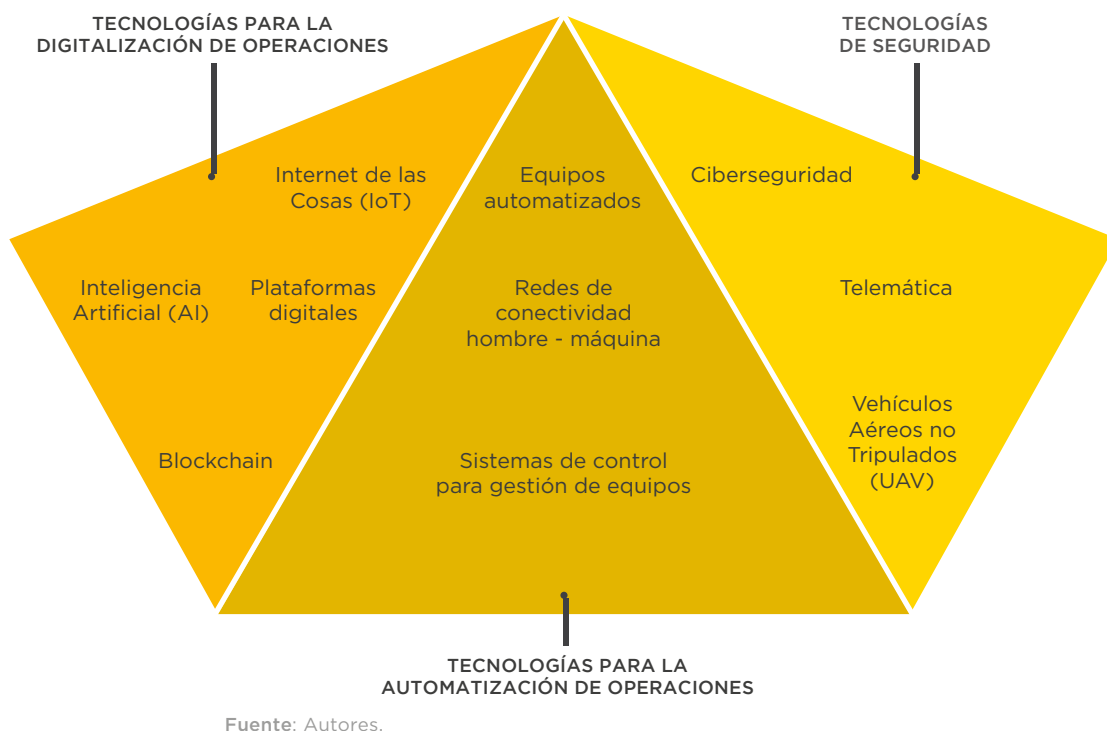
A continuación, presentamos las tecnologías que están siendo adoptadas en logística según el uso que se realiza de ellas en cada modo.

2.2.1 Transporte marítimo

En la última década, las empresas líderes en el sector marítimo internacional han invertido fuertemente en la transformación digital a fin de incrementar la eficiencia, la colaboración, la sostenibilidad y la seguridad en las operaciones marítimo-portuarias (Manners-Bell, 2019). Como se muestra en la Figura 2.2, las principales tecnologías que son foco de atención pueden ser agrupadas en torno a tres categorías: (i) **tecnologías para la digitalización de operaciones**; (ii) **tecnologías para la automatización de operaciones**; y (iii) **tecnologías de seguridad**.



Figura 2.2. ► PRINCIPALES TECNOLOGÍAS EN TRANSPORTE MARÍTIMO



2.2.1.1 Tecnologías para la digitalización de operaciones

Estas tecnologías permiten convertir procesos que otrora requerían de elementos analógicos, a formato digital. Ello incluye, por ejemplo, transformar documentos y activos físicos en datos informatizados, para que su gestión se realice digitalmente. Las tecnologías frecuentemente utilizadas en el sector marítimo a tal efecto son **IoT**, **IA**, **plataformas digitales** y **blockchain**.

La adopción de **IoT** está permitiendo el surgimiento de **puertos inteligentes**, en los que todos los agentes relacionados con la actividad marítima están permanentemente conectados, intercambiando información acerca de los procesos portuarios. Para ello, se requiere la recolección de grandes cantidades de datos a través de sensores instalados en contenedores, maquinaria e infraestructura; su transmisión a un sistema instalado usualmente en la nube y su procesamiento con técnicas de IA. Ello facilita, por ejemplo, el monitoreo en tiempo real del estado de buques, grúas, almacenes y otros activos, produciendo información para organizar las operaciones portuarias de manera que se optimice la utilización de dichos activos. Un aspecto importante que está impulsando la adopción de esta tecnología es reducir la huella de carbono de las operaciones marítimo-portuarias, al permitir identificar pérdidas de energía y eficiencia, y simplificar e integrar procesos.



En un puerto inteligente, todos los agentes relacionados con la actividad marítima están permanentemente conectados, intercambiando información acerca de los procesos portuarios y permitiendo coordinar acciones, optimizar la utilización de los activos y reducir las emisiones contaminantes.

El puerto de Hamburgo, el tercer puerto más grande de Europa, fue uno de los primeros a nivel mundial en desplegar la tecnología IoT en 2014, con sensores para coordinar el tráfico entre buques y carreteras y supervisar el rendimiento de la infraestructura (DHL, 2015). La información recopilada por los sensores se utiliza de diversas maneras. Una de ellas es enviar notificaciones a los conductores de camiones sobre los espacios de estacionamiento disponibles y sobre los cierres de puentes debido a los pasos de buques por los canales de la ciudad. Esto permite a los conductores optimizar la planificación de rutas y reducir el tiempo de viaje (Calatayud, 2017). La mejor coordinación trajo consigo beneficios en la rotación de contenedores y camiones en las terminales, disminuyendo también el tiempo de inactividad de los activos portuarios (Frost & Sullivan, 2021).

El *big data* generado por la adopción de IoT, unido a la utilización de **modelos de inteligencia artificial**, no solo permite entender mejor cómo están funcionando los procesos marítimo-portuarios -por ejemplo, en cuanto a su eficiencia energética-, sino también realizar análisis predictivos que informan la toma de decisiones. En los puertos más avanzados, la planificación de la carga y descarga de buques ya se realiza teniendo en cuenta la información proporcionada por sensores y otras herramientas digitales, la cual es analizada por modelos de IA que estiman diferentes escenarios. La planificación es ajustada de acuerdo con los resultados de estos escenarios, a fin de cumplir con los indicadores de desempeño determinados en el plan. La forma más avanzada actualmente de utilizar estas tecnologías es construir un **gemelo digital** de la terminal portuaria, correspondiente a una representación virtual del mundo físico para realizar simulaciones sobre cambios endógenos o exógenos a las operaciones marítimo-portuarias y, así, crear escenarios que permitan mejorar la rapidez y la efectividad en la toma de decisiones.

El despliegue de gemelos digitales no es exclusivo de los grandes puertos a nivel global, sino que también está ocurriendo en puertos de tamaño mediano. Livorno es un importante puerto regional de la costa noroeste de Italia, con una capacidad de tráfico anual de alrededor de 30 millones de toneladas de carga y 600 mil TEUs. Desde 2016, el puerto ha invertido en mejorar su infraestructura tecnológica, utilizando comunicaciones 5G, IA y un gemelo digital. El puerto se ha modelado virtualmente para replicar elementos físicos tales como contenedores, montacargas y área de almacenamiento de carga general. Para mejorar la eficiencia en la capacidad de almacenamiento, por ejemplo, en el gemelo digital se rastrean las cargas transportadas por los montacargas y la posterior ubicación de las mismas. Esta información, unida a modelos de IA, permite realizar escenarios donde se testean diferentes prácticas de disposición de las mercancías y de gestión de las operaciones de almacenamiento antes de ejecutarlas en el puerto real, con el fin de identificar qué práctica tendría mejores resultados (SINAY, 2021). La tecnología 5G ha tenido un rol importante en la implementación del gemelo digital, permitido la recolección y transmisión de grandes cantidades de datos de diferentes fuentes, tales como cámaras de vídeo, sensores, radares y dispositivos



Los PCS son puntos de información central que optimizan de forma inteligente el manejo de la información entre todos los agentes de la comunidad portuaria.

móviles. Entre los beneficios obtenidos por el puerto a partir del despliegue de esta tecnología, se encuentran reducciones en torno al 8,2% en el nivel de emisiones de CO₂, como resultado de una mayor eficiencia en las operaciones de la terminal (Ericsson, 2021). Otro puerto de mediano tamaño donde se está utilizando la tecnología de gemelo digital es Belfast, en el Reino Unido. Dada la extensión geográfica del puerto, los activos pueden encontrarse lejos de donde se necesitan. El gemelo digital está permitiendo secuenciar procesos de manera de reducir distancias y tiempos en la utilización de tales activos, así como realizar mantenimiento predictivo de los mismos (CTAC, 2021).

Con respecto a las **plataformas digitales**, en el sector destacan los Sistemas de Comunidades Portuarias (PCS, por sus siglas en inglés), que se refieren a puntos de información central que optimizan de forma inteligente el manejo de la información entre todos los agentes de la comunidad. Entre estos agentes se encuentran importadores y exportadores, navieras, *freight forwarders*, centros de almacenamiento y autoridades portuaria, aduanera y sanitaria (Van Baalen et al., 2008). El objetivo principal del PCS es digitalizar y automatizar flujos de información relacionada con las operaciones portuarias, redirigirla a las partes relevantes y reducir el tiempo, número de errores y costos de procesamiento del intercambio de información asociada a dichas operaciones (Tsiulin et al., 2020). En algunos casos, el PCS ha evolucionado a partir de una ventanilla única de comercio exterior (VUCE). En otros, ha sido independiente, integrándose luego los sistemas para evitar duplicar trámites.

Las experiencias internacionales muestran una amplia gama de beneficios derivados de los PCS. Con esta tecnología, el puerto de Los Ángeles pasó de tener información de dos a 14 días antes de la llegada de un buque y un consiguiente incremento de productividad entre 8 y 12% (Port of Los Angeles, 2020). En Barcelona, mediante el PCS se creó un control de aduanas automático para la salida de buques, con ahorros en el despacho aduanero de más de 50 mil horas en 2019 (Puerto de Barcelona, 2020). En el puerto de Shanghái, el intercambio electrónico del 75% de los documentos por medio del PCS ha reducido el consumo de diésel en 40 mil toneladas y ha generado un ahorro de US\$60 millones al año en los costos operativos del puerto (World Bank Group, 2020).

La tecnología de **blockchain** es una de las tendencias identificadas por los actores del sector con potencial para cambiar las operaciones tradicionales, principalmente en lo que respecta a la rapidez y seguridad en el intercambio de información (UNCTAD, 2018). En el transporte marítimo, la documentación es generalmente creada manualmente por una multiplicidad de actores, viajando largas distancias (OPENSEA, 2017). A través de *blockchain*, se apunta a digitalizar, transmitir y conferir trazabilidad de manera segura a documentos tales como *Bill of Lading* (BL), Cartas de crédito (LC), certificados de origen, facturas comerciales y listas de embarque (Rushton et al., 2010).



Un ejemplo en el sector es la iniciativa TradeLens desarrollada conjuntamente por Maersk e IBM. La plataforma promueve el intercambio de información de forma eficiente, transparente y segura para fomentar una mayor colaboración y confianza en toda la cadena de suministro global (OCDE/ITF, 2018). En diciembre de 2018, más de 100 organizaciones participaron en el programa de adopción temprana de TradeLens (Tradelens, 2018). Otras iniciativas son BLOCK y ShipChain, la primera especializada en combatir la declaración falsa de mercancías peligrosas y la segunda en la gestión de la información de transacciones entre actores de la cadena incluyendo a los transportistas terrestres.

2.2.1.2 Tecnologías para la automatización de operaciones

En la actualidad, una gran cantidad de operaciones marítimo-portuarias incluyen actividades manuales repetitivas, lo cual está sujeto a la probabilidad de errores y daños. Con el avance en materia de automatización de activos tales como grúas, montacargas y otro tipo de vehículos, será posible mejorar el desempeño de tareas específicas, mediante operaciones estandarizadas y consistentes, 24 horas al día, 7 días a la semana, al tiempo que reducir el riesgo de errores, accidentes, lesiones y demoras. Esto es un factor importante si se considera que el tamaño de los buques seguirá aumentando, lo cual crea importantes desafíos operativos en maniobras de carga y descarga en muelle, así como también en la gestión del patio de contenedores (Calatayud & Montes, 2021). De acuerdo con el GIHUB (2020), la automatización de los puertos requiere de tres elementos: **(i) equipo automatizado**, incluyendo accesos, vehículos y grúas; **(ii) sistemas de control** para la gestión de tales equipos, con modelos de IA para garantizar que las operaciones se mejoren continuamente a través del aprendizaje automático; y **(iii) interacciones hombre-máquina**, operando maquinaria de manera remota, supervisando las operaciones e interviniendo cuando sea necesario.

Uno de los puertos más avanzados en la automatización de sus procesos es Rotterdam, que en 2015 inauguró la primera terminal totalmente automatizada del mundo. En 2019, el puerto empezó a desarrollar un gemelo digital a partir de información por sensores, con el objetivo de preparar sus sistemas de comunicación para la interacción con barcos autónomos hacia 2030 (MACH, 2019). Por su parte, las inversiones actuales en el puerto de Singapur tienen como objetivo convertirlo, hacia 2040, en el puerto con la terminal autónoma más grande del mundo, con capacidad de mover hasta 65 millones de TEUs anualmente. El proyecto incluye la automatización de las operaciones en muelle y patio de contenedores, así como la utilización de vehículos guiados de forma autónoma totalmente eléctricos (MPA Singapore, 2019). Puertos de menor tamaño también han avanzado en la automatización de sus terminales. Este es el caso del puerto de Newcastle en Australia, cuya terminal de contenedores posee capacidad para el manejo de dos millones de TEU por año y buques de hasta 10 mil TEUs (Port of Newcastle, 2020).



**8 a
12%**

“ incrementó la productividad del puerto de Los Ángeles a partir de la implementación de un Sistema de Comunidad Portuaria, reduciendo también el volumen de emisiones contaminantes. ”



2.2.1.3 Tecnologías de seguridad

La seguridad en las operaciones marítimo-portuarias abarca la seguridad de mercancías, activos, personas y datos. Existe un gran avance en el desarrollo de **tecnologías para el control de mercancías y activos**, incluyendo IoT y telemática. Las **aplicaciones de IoT** en este aspecto apuntan a evitar alteraciones, daños o robos de mercancías y activos, así como también contrabando y otras actividades ilegales. La **tecnología telemática** permite rastrear y monitorear en tiempo real la información sobre la actividad de los buques asegurados (Allied Market Research, 2021a).

Por su parte, el impacto de la pandemia de COVID-19 ha resaltado la necesidad de mejorar la **seguridad de las personas** en puertos y buques. Algunas de las tecnologías que se han usado para este propósito son: **aplicaciones móviles** para el rastreo de contagios, **video detección** para el mantenimiento del distanciamiento físico y **cámaras termales** para la medición de la temperatura de trabajadores y pasajeros. La **automatización** es otra tecnología que permite incrementar la seguridad de los trabajadores en el entorno marítimo-portuario. La utilización de grúas, vehículos, naves y aeronaves autónomas permite crear entornos de trabajo menos estresantes, más cómodos y seguros para los trabajadores que ahora realizan inspecciones y supervisan las operaciones desde un puesto de vigilancia.

Desde 2017, el Departamento de Policía en el puerto de Los Ángeles utiliza drones para inspeccionar y ayudar a los barcos en zonas de difícil navegación y detectar transporte ilícito de mercancías. Respecto a esto último, hacia 2020 el dron llamado ScanEagle ya había desmantelado alrededor de 1.700 kg de contrabando valorados en US\$55 millones. Por su parte, el puerto de Singapur utiliza drones para la entrega de mercancías de bajo peso a barcos cercanos, reportando una entrega seis veces más rápida de este tipo de mercancías, aliviando las operaciones ship-to-shore, reduciendo costos hasta en un 90% y eliminado al mismo tiempo el riesgo del personal humano en la operación (FreightWaves, 2020).

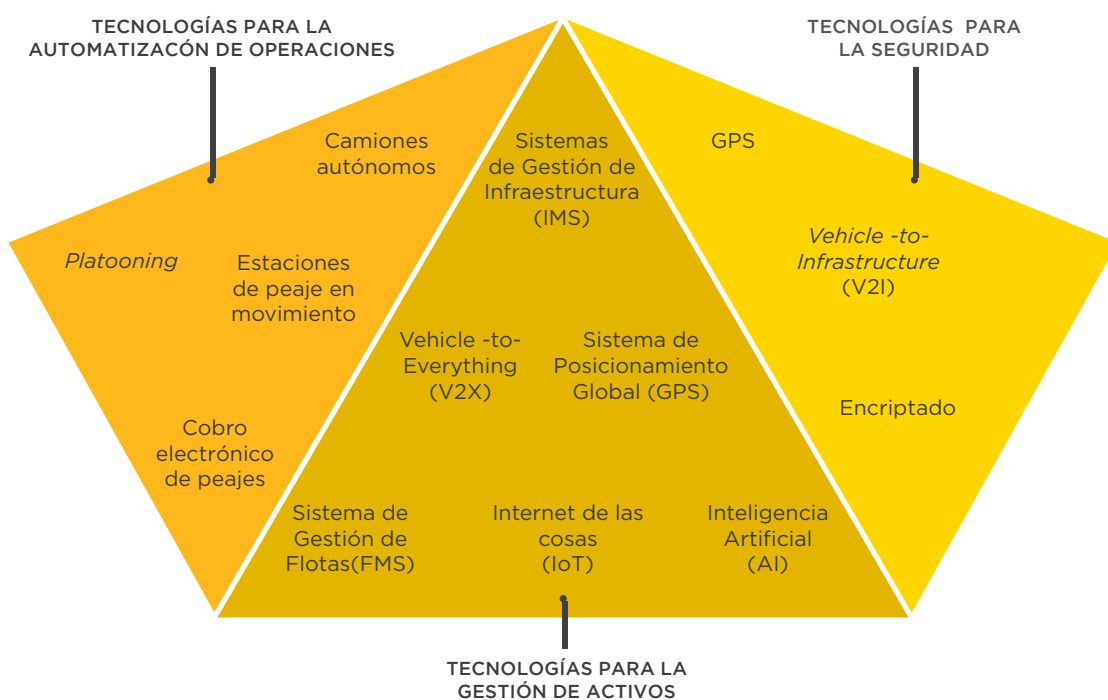
En el aspecto de seguridad, cabe mencionar que la creciente digitalización del sector conlleva el incremento del **riesgo de ciberataque**. De acuerdo con una encuesta de seguridad cibernética marítima realizada en 2020, el 77% de las empresas tenían un riesgo medio o alto de sufrir un ciberataque. A pesar de esto, solo el 42% de los encuestados afirmaba estar empleando soluciones para ayudar a proteger la infraestructura operativa de sus buques (Forbes, 2021). Un caso emblemático en la industria fue el ciberataque que afectó a la naviera Maersk en 2020, impidiendo que se procesaran pedidos de envío y congelando los ingresos en varias de sus líneas durante semanas. Como consecuencia de ello, la compañía reportó pérdidas en torno a US\$300 millones. Para mitigar este riesgo, las soluciones tecnológicas se centran en utilizar altos **estándares de cifrado para proteger los datos y los sistemas biométricos en tiempo real** evitando el acceso no autorizado, así como en el desarrollo de **algoritmos y mecanismos resilientes** que permitan restaurar los sistemas necesarios para la operatividad marítima en caso de un ciberataque (IMO, 2017).



2.2.2 Transporte terrestre

La digitalización del transporte de mercancías por carretera tiene un papel fundamental para reducir los costos operativos de los procesos logísticos, aumentar su eficiencia, mejorar la seguridad en las vías y disminuir el impacto ambiental del transporte. A continuación, presentamos en tres categorías las principales tecnologías empleadas en este sector: (i) **tecnologías para la digitalización de operaciones**; (ii) **tecnologías para la automatización de operaciones**; y (iii) **tecnologías de seguridad**.

Figura 2.3. ► PRINCIPALES TECNOLOGÍAS EN TRANSPORTE CARRETERO



Fuente: Autores.

2.2.2.1 Tecnologías para la digitalización de operaciones

Esta categoría incluye a aquellas tecnologías que facilitan la **gestión de flotas de transporte y de infraestructura** mediante plataformas digitales. Respecto a lo primero, los **sistemas de gestión de flotas** (FMS, por sus siglas en inglés) son plataformas que utilizan datos de diferentes fuentes, tales como dispositivos móviles con GPS o Bluetooth, cámaras y sensores ubicados en mercancías, vehículos e infraestructura, para planificar y gestionar el proceso de transporte de mercancías, abarcando aspectos como diseño de rutas, optimización de la capacidad de la flota, cálculo de costos de



combustible, trazabilidad de la carga y contabilidad. Con la incorporación de modelos de IA en estos sistemas que permiten pronosticar la demanda con mayor fiabilidad, la eficiencia en la gestión de flotas se ha incrementado sensiblemente (McKinsey, 2018). Asimismo, con la detección de pérdidas de energía en los procesos y la búsqueda de una mayor eficiencia en los mismos, se están generando ganancias significativas en materia de reducción de emisiones. Por estas razones, según estudios recientes, una de cada tres empresas a nivel mundial está considerando utilizar este tipo de plataformas para administrar su red de transporte (Allied Market Research, 2021b).

Relacionados con estos sistemas se encuentran las **tecnologías de rastreo**, que utilizan sensores -por ejemplo, etiquetas adhesivas de códigos QR y etiquetas RFID (por sus siglas en inglés *Quick Response* y *Radio Frequency Identification*)- localizadas en productos, contenedores y vehículos, a partir de lo cual se produce información sobre ubicación y estado de los mismos. De manera creciente, esta información que poseen los transportistas es compartida a los dueños de la carga, autoridades de control, puertos y aeropuertos, a fin de que sea utilizada para, entre otros, la realización de trámites administrativos, el control de la carga y la sincronización de procesos con otros actores.

Los sistemas de gestión de infraestructura reciben y procesan datos de una multiplicidad de fuentes, produciendo información para mejorar el flujo vehicular y la seguridad vial.

Por su parte, los **sistemas de gestión de infraestructura** se refieren a plataformas que también reciben y procesan datos de una multiplicidad de fuentes, incluyendo sensores y cámaras localizadas en vehículos y vías, dispositivos móviles, radares y estaciones meteorológicas, entre otras, produciendo información para mejorar el flujo vehicular y la seguridad vial, conforme a las condiciones cambiantes de la vía (Poveda et al., 2019). Esta información puede ser utilizada, por ejemplo, en la **gestión adaptativa de señales de tráfico** (ASCT, por sus siglas en inglés), que permite optimizar el agendamiento de las luces semafóricas. Al coordinar las señales adaptativas, el ASCT reduce los tiempos de espera en los desplazamientos, mejora el flujo de tráfico, alivia la congestión y mejora los tiempos atención a emergencias (Intel, 2020).

En Estados Unidos, el Departamento de Transporte reporta que la aplicación de ASCT ha mejorado el tiempo de viaje en más del 10%. Un caso de estudio es Pensilvania, que reportó reducciones en torno al 20% cuando instaló ASCT en la Ruta 22. Por su parte, en Iowa la implementación de ASCT redujo los choques en un 38% en las vías de aplicación. En áreas con tiempos particularmente desactualizados, las mejoras pueden ser superiores al 50% (FHWA, 2017a).

Reino Unido ha implementado un sistema de gestión de infraestructura en la autopista M42, una de sus principales vías, por la cual transitan 120 mil vehículos al día. El sistema gestiona el flujo de tráfico y el uso de los carriles mediante señales de mensajes variables. Gracias a las mejoras en las velocidades de desplazamiento y a un menor consumo de combustible por una mayor consistencia de la velocidad de los vehículos, el sistema ha permitido reducir las emisiones de los vehículos en 10% (WEF, 2014). Un aspecto adicional a resaltar es que el costo de implementar el sistema fue cinco veces menos que el costo de un ensanchamiento convencional.



A partir de la instalación de sensores en vehículos y vías, y el avance en la conectividad a través de redes 4G y 5G, hoy es posible **intercambiar información** no solo **entre vehículos** (V2V, por sus siglas en inglés) sino también entre vehículos e **infraestructura** (V2I), y entre vehículos **y cualquier otro objeto** (V2X). La información compartida incluye, entre otros, posición, características y velocidad del vehículo, que es utilizada por algoritmos computacionales para alertar sobre situaciones de peligro, demoras, rutas alternativas, y tomar decisiones que mejoren la seguridad vial y el flujo vehicular. La gestión adaptativa de señales de tráfico, mencionada anteriormente, también puede ser realizada a través de la comunicación V2I.

De acuerdo con una serie de programas de implementación de V2I por parte del Departamento de Transporte en Estados Unidos -V2I Safety, Dynamic Mobility Applications (DMA), Real-Time Information Synthesis (AERIS) y Road-Weather Management-, los principales beneficios estimados de combinar estas aplicaciones con las redes de señalización incluyen una reducción de hasta 27% en el nivel general de congestión y 11% en emisiones de CO₂. Particularmente, las aplicaciones de seguridad en intersecciones tienen el potencial de evitar 575 mil choques y 5.100 muertes por año. Además, el uso de V2I en los sistemas monitoreo del tráfico en autopistas reduce en hasta 4,5% el consumo de combustible y la congestión en 14%. En estas vías, los sistemas de alertas por velocidad tienen el potencial de evitar hasta 169 mil choques y 5 mil muertes por año (DOT, 2015).

2.2.2.2 Tecnologías para la automatización de operaciones

La primera tecnología en esta categoría es el pelotón de camiones (**platooning**), definido como la vinculación de dos o más camiones en un convoy utilizando sistemas de asistencia automatizadas de conducción y soluciones de conectividad entre los vehículos. El *platooning* reduce la resistencia aerodinámica, agrupando los vehículos y disminuyendo de forma segura la distancia entre ellos a través del acoplamiento electrónico. Esto permite que varios vehículos aceleren o frenen simultáneamente, generando mejoras en el uso de energía y espacio en la carretera.

En Estados Unidos, las evaluaciones de diversos pilotos de platooning han estimado el potencial de ahorros para pelotones de dos y tres camiones. Los resultados demostraron una amplia gama de ahorros de combustible: el vehículo líder ahorró hasta un 10% en las distancias de separación más cercanas, el vehículo intermedio ahorró hasta un 17% y el vehículo de remolque ahorró hasta un 13%. Estas ganancias son considerables si se tiene en cuenta que hasta un 65% de las millas actualmente recorridas en Estados Unidos podrían realizarse en pelotón (NREL, 2021).



La segunda tecnología es el **camión o vehículo comercial autónomo**. En muchos países, se estima que alrededor del 45% del costo total para los operadores de carga por carretera está relacionado con el conductor (McKinsey, 2018). Asimismo, la falta de conductores es una preocupación creciente en los países más avanzados (WSJ, 2018b). En este contexto, el desarrollo de camiones autónomos ha alcanzado avances significativos tanto en carreteras públicas como privadas, con pruebas que se están llevando a cabo en Europa, América del Norte y Asia.

En Europa, por ejemplo, se han conducido varios pelotones de camiones semiautomatizados, llegando a Rotterdam desde Suecia, Dinamarca, Alemania, Bélgica y los Países Bajos como parte de un desafío coordinado por DAF, Daimler, Iveco, MAN, Scania y Volvo. Por su parte, la PSA Corporation y el Ministerio de Transporte de Singapur han firmado acuerdos con Scania y Toyota Tsusho para diseñar, desarrollar y probar un sistema autónomo de pelotón de camiones para su uso en las vías públicas del país. En Estados Unidos, los camiones autónomos están operando en la autopista I-10 entre Texas y California en una colaboración entre Ryder, la compañía de tecnología Embark y el fabricante de electrodomésticos Frigidaire. En China, la empresa TuSimple está probando operaciones en 10 puertos.

Otra tecnología para la automatización de procesos es el cobro electrónico de peajes (ETC, por sus siglas en inglés), que cobra a los vehículos por el uso de la vía, sin la necesidad de acciones humanas o, incluso, sin la necesidad de detenerse. Los ETC son posibles a través de una variedad de tecnologías, entre las que se encuentran los códigos de barra adhesivos al vehículo, tarjetas de proximidad, transpondedores, cámaras reconocimiento de placa y GPS. Estos sistemas permiten mejorar la velocidad y eficiencia del tráfico, lo que genera un ahorro de tiempo a los conductores.

La implementación del sistema ETC en el estado de Nueva Jersey, Estados Unidos, reportó una reducción cercana al 85% en la demora de las estaciones de peaje para todos los vehículos, con un ahorro total de aproximadamente 2,1 millones de horas-vehículo por año (Texas A&M Transportation Institute, 2022). En Florida, se verificaron incrementos de velocidad en un 57% en los carriles rápidos (DOT, 2007).

85% se redujo la demora en las estaciones de peaje en el estado de Nueva Jersey (Estados Unidos) a partir de la instalación de sistemas de pago electrónico.

Asimismo, las **estaciones de pesaje** en movimiento están eliminando la necesidad de detener a los vehículos en la vía y de realizar las inspecciones en persona, acelerando el proceso de control y, en consecuencia, el flujo vehicular. Ello es posible a partir de la instalación de sensores en vehículos y/o vías que estiman características y pesos, y envían esta información a sistemas de control que alertan a las autoridades en caso de incumplimiento de las regulaciones vigentes. Esta información puede ser utilizada para alimentar los sistemas de gestión de activos viales mencionados anteriormente.



En Estados Unidos, gracias a un programa desarrollado con la Universidad de Maryland, la Administración de Carreteras del Estado de Maryland (MSHA) está utilizando tecnología de pesaje en movimiento en diez estaciones virtuales para respaldar la aplicación de las normas y generar datos de tráfico para su uso en la futura planificación de carreteras y reducción de congestión. Por su parte, el Departamento de Transporte de la Ciudad de Nueva York (NYCDOT), en cooperación con el Departamento de Transporte del Estado de Nueva York (NYSDOT) y la Autoridad Portuaria de Nueva York y Nueva Jersey, está utilizando tres sitios pesaje en movimiento para recopilar y analizar datos de peso de camiones. NYCDOT también está utilizando la información de estos sitios para informar su gestión de rutas de camiones. De acuerdo con la MSHA, el costo de cada estación de pesaje es de aproximadamente US\$600 mil para un sitio de dos carriles y US\$400 mil para un sitio de un carril, en comparación con aproximadamente entre US\$2-3 millones para una estación de pesaje fija (FHWA, 2017b).

2.2.2.3 Tecnologías de seguridad

El **rastreo de flotas y mercancías** por plataformas que utilizan datos GPS y otros sensores es clave para que las empresas de transporte terrestre puedan supervisar sus vehículos y conductores. Entre los beneficios en materia de seguridad brindados por estas plataformas se encuentra el seguimiento de las horas y prácticas de conducción, una mejor administración del mantenimiento del vehículo, la vigilancia remota de la carga y la seguridad física de los conductores, y la pronta atención ante eventualidades en la vía.

Dentro de esta categoría se encuentran los **dispositivos de registro electrónico**, que utilizan información proveniente del motor de los vehículos para determinar el tiempo en que el conductor se encuentra en operación. Esta información permite hacer un monitoreo preciso no solo del número de horas que los conductores de camiones trabajan, sino también de su nivel de fatiga y los riesgos asociados.

La Administración Federal de Seguridad de Vehículos de Transporte (FMCSA) del Departamento de Transporte de Estados Unidos requiere a los conductores de camiones y autobuses rastrear electrónicamente su tiempo de trabajo, particularmente el tiempo de conducción. La medida aplica a vehículos comerciales utilizados en el comercio interestatal que pesan 10.001 libras o más, que transportan ciertos materiales peligrosos, o que cumplen con la definición de un vehículo comercial de transporte de pasajeros. De acuerdo con sus estimaciones, este mandato ha llevado a evitar 1.844 accidentes, 562 heridos y 26 muertes por año (FMCSA, 2015).



La conectividad V2I puede mejorar la seguridad vial, alertando al conductor sobre condiciones de la vía, reduciendo las distracciones al conducir y eliminando los efectos del clima y la visibilidad en la lectura de las señales de tráfico.

La **conectividad V2I** puede mejorar la seguridad vial, alertando al conductor sobre condiciones de la vía, sin la necesidad de que el mismo deba leer las señales de tráfico. Esto reduciría distracciones al conducir y eliminaría los efectos del clima y la visibilidad en la lectura de tales señales. Asimismo, la digitalización de las señales reduciría los requerimientos de mantenimiento en la vía y haría posible su reprogramación según las condiciones de la vía y del tráfico.

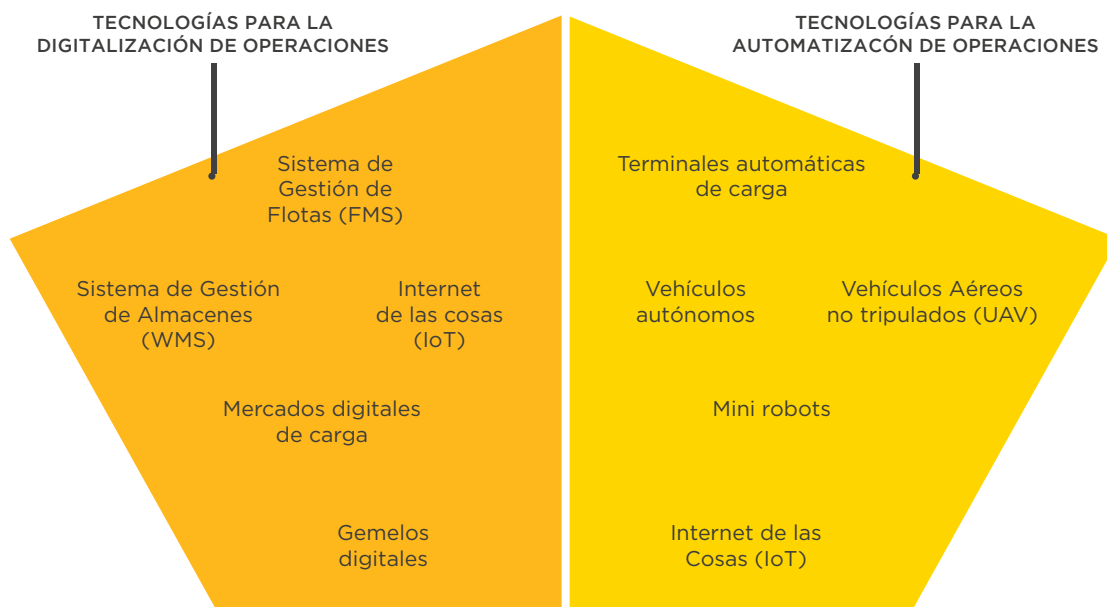
Al igual que en el transporte marítimo, la transformación digital del sector trae aparejado el incremento del riesgo de ataques dañinos, accesos no autorizados, daños o cualquier otra cosa que pueda interferir con las funciones de seguridad del vehículo y del conductor. Por eso, es necesario implementar **tecnologías de encriptado** de la información adaptada a los camiones y las operaciones en carretera, así como buenas prácticas para minimizar el riesgo de ataque en las diferentes etapas del viaje. Como se verá en la sección de políticas públicas, existen a nivel mundial buenas prácticas de colaboración público-privada en el desarrollo de estrategias y tecnologías para construir entornos de ciberseguridad integrales, incluyendo desde sistemas de alerta temprana, hasta auditorías periódicas obligatorias.

2.2.3 Logística urbana

El incremento del comercio electrónico está generando una mayor atención a la logística urbana por parte de las empresas y los gobiernos. Diferentes tecnologías están siendo implementadas para mejorar la eficiencia en un segmento con un difícil balance entre reducción de costos y velocidad en las entregas. Estas pueden ser clasificadas en dos categorías: **(i) tecnologías para la digitalización de operaciones;** y **(ii) tecnologías para la automatización de operaciones.**



Figura 2.4. ► PRINCIPALES TECNOLOGÍAS EN LOGÍSTICA URBANA



Fuente: Autores.

2.2.3.1 Tecnologías para la digitalización de operaciones

Estas tecnologías consisten en software que recogen información de diferentes fuentes, incluyendo sensores y cámaras de vídeo, y aplican modelos siguiendo ciertos parámetros predefinidos, a fin de optimizar el uso de activos logísticos tales como almacenes y flotas de transporte, incrementar la visibilidad y trazabilidad en los procesos y reducir el tiempo de entrega de productos al consumidor, aumentando su satisfacción. En el caso de los **sistemas de gestión de almacenes** (o WMS, por sus siglas en inglés), se incluyen tecnologías como *pick-to-light*, *put-to-light*, and *voice picking*, para reducir los tiempos de desplazamiento en el almacén y de preparación de pedidos, lo que permite también incrementar el número de órdenes preparadas en un determinado período. Por su parte, en el caso de los **sistemas de gestión de flotas de transporte**, es cada vez más frecuente la utilización de *big data* y algoritmos de IA para la optimización de las rutas de entrega, lo cual ha sido un reto tradicional en logística urbana.

Otra tecnología que apunta a optimizar la flota de transporte disponible son los **mercados digitales de carga**, que consisten en plataformas digitales que conectan a la empresa que despacha el producto con las empresas de transporte. Este tipo de plataformas les permite a las compañías seleccionar la mejor opción en una lista



disponible de conductores y empresas, el tamaño del vehículo y la característica específica que requiera en ese momento. Adicionalmente, la empresa puede agendar el transporte de la carga con anticipación y definir la fecha de entrega. Toda la comunicación y la documentación se realiza virtualmente en la plataforma. Entre los beneficios de las mismas se mencionan la reducción del tiempo de búsqueda de transportistas disponibles; la mejora de la trazabilidad de los productos en el viaje; y el incremento de la transparencia en las condiciones de mercado, principalmente respecto al establecimiento de precios.

Los **gemelos digitales** también se están comenzando a implementar para productos sensibles y de alto valor, como los productos farmacéuticos, por medio de sensores que monitorean la temperatura, la orientación del paquete, el nivel vibración, entre otras características. Los grandes volúmenes de información provenientes de sensores durante las etapas del transporte son usados por los gemelos digitales para mejorar, por ejemplo, el aislamiento térmico y las condiciones de amortiguación. Asimismo, existen desarrollos para la utilización de gemelos digitales en los centros de almacenamiento, para optimizar los procesos finales de despacho, que podrían aumentar su eficiencia entre un 20% y un 25% según estudios recientes (McKinsey, 2020a).

2.2.3.2 Tecnologías para la automatización de operaciones

Las restricciones a la movilidad por la pandemia por COVID-19 dio un empuje a la utilización de AV en la logística urbana, incluyendo la distribución de medicinas en zonas confinadas y el transporte de pruebas de laboratorio entre centros de salud.

Los procesos de almacenamiento y de entrega de mercancías están siendo foco de tecnologías para su automatización, a fin de incrementar la eficiencia y la seguridad en los mismos, y disminuir los costos de operación. En el caso de los almacenes, la adopción de robots e inteligencia artificial para movimiento y gestión de inventario, *picking* y *order fulfillment* ha sido muy rápida -especialmente a partir de la pandemia por COVID-19-, visto el avance del desarrollo tecnológico para el sector, los menores costos de adquisición de tecnología frente a otros segmentos, el claro retorno de la inversión (ahorros significativos en mano de obra, procesos más rápidos y con menor nivel de error, operaciones 24/7 y sin interrupción, mayor densidad de almacenamiento y menores gastos en servicios públicos dado que, por ejemplo, los robots no necesitan luz para operar) y la capacidad de satisfacer picos de demanda, ante un volumen de negocio creciente liderado por el avance del comercio electrónico. Uno de los ejemplos más emblemáticos en este sentido es el almacén de Amazon ubicado en Baltimore, Estados Unidos. En sus 93.000 m², diferentes tipos de robots y maquinaria automatizada preparan 1 millón de órdenes por día y gestionan un inventario de 10 millones de productos (WSJ, 2018a).

Por su parte, la tecnología de **vehículos aéreos no tripulados** -comúnmente llamados “drones”- ha recibido gran atención por parte de las industrias de tecnología y logística, habiendo sido testeados en un amplio rango de operaciones como, por ejemplo, entrega de productos livianos adquiridos a través del comercio electrónico, transporte de medicinas a zonas remotas y transporte de equipo médico de emergencia



hacia áreas con baja conectividad o congestionadas. Otros usos incluyen el apoyo a tareas de vigilancia durante el transporte de mercancías, de gestión de inventario en almacenes y de obtención de imágenes para la planificación del transporte. Mientras que los expertos de la industria logística señalan que la utilización de drones en zonas urbanas es poco factible en el futuro cercano, debido a los riesgos que podrían presentar para los transeúntes y a la baja disponibilidad de zonas de aterrizaje y despegue, los **mini robots** han surgido como una opción para asegurar entregas de última milla más rápidas y menos sensibles al congestionamiento urbano. Los tests disponibles han empleado robots que pueden transportar hasta 10 kg y que utilizan aceras y carriles segregados (por ejemplo, las ciclovías) para su desplazamiento (WSJ, 2020). Al llegar a destino, los consumidores reciben una notificación con un código para poder abrir el contenedor del robot y recoger su pedido. Algunas compañías han sugerido comenzar a utilizar estos robots como espacios temporales para almacenamiento de pedidos, a fin de reducir el costo de las entregas fallidas. También están empleando **vehículos autónomos**. Las restricciones a la movilidad por la pandemia por COVID-19 ha dado un ulterior empuje al testeo de esta tecnología, incluyendo la distribución de medicinas en zonas confinadas y el transporte de pruebas de laboratorio entre centros de salud (UNIDO, 2020).

También con respecto a las entregas, el uso de las **terminales automáticas de entregas**, que sirven como unidades independientes que se instalan en espacios altamente transitados y que se encuentran cerca a zonas residenciales, ha crecido significativamente. Estas terminales permiten que los consumidores finales recojan por sí mismos el paquete en su momento de preferencia, con disponibilidad las 24 horas del día y los 7 días de la semana. Además, cuentan con una variedad de unidades según su tamaño y son controladas por un centro computarizado. Los consumidores son avisados de que el paquete está listo para ser entregado a partir de un SMS o correo electrónico. Una vez que la persona llega a la terminal, debe ingresar el código que fue entregado en el mensaje. Funciona de la misma manera en caso de una devolución.



2.3 Transformación digital en transporte aéreo

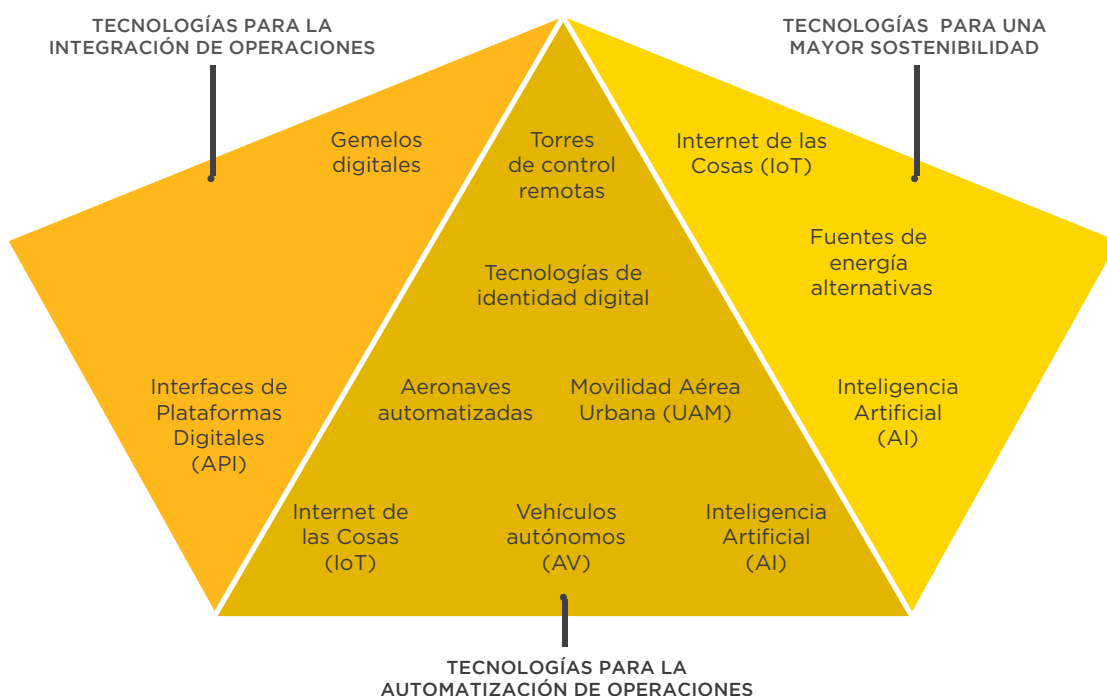
Históricamente, el sector aéreo ha sido líder en el desarrollo tecnológico y en materia de transformación digital no es la excepción. En la actualidad, las tecnologías de mayor relevancia para las líneas aéreas, operadores aeroportuarios y agencias públicas intervinientes pueden agruparse en tres categorías: (i) **tecnologías para la automatización de operaciones**; (ii) **tecnologías para la integración de operaciones**; (iii) **tecnologías para una mayor sostenibilidad**.



38% se redujeron los choques en Estados Unidos (Iowa) a partir de la implementación de sistemas de gestión adaptativa de señales de tráfico. ”



Figura 2.5. ► PRINCIPALES TECNOLOGÍAS EN TRANSPORTE AÉREO



Fuente: Autores.

2.3.1 Tecnologías para la automatización de operaciones

En el corazón de la automatización de procesos en el transporte aéreo se encuentran en las **herramientas de identidad digital**. A través de un catastro único y biométrico de los pasajeros y colaboradores del sector aéreo, ya no se necesitará una interacción personal para la identificación y control de personas. Esto permitirá incrementar la eficiencia en los procesos de check-in, control de acceso a áreas restringidas, abordaje a aeronaves, control fronterizo y control de documentos sanitarios de pasajeros, entre otros, reduciendo tiempos y costos para todos los agentes. Asimismo, brindará mayor seguridad en los controles, facilitando chequeos automatizados que sean más intensivos en datos y disminuyendo errores humanos.

En Estados Unidos, a través de una asociación entre Delta Airlines, el U.S Customs and Border Protection (EBP) y los aeropuertos internacionales de Hartsfield-Jackson Atlanta, Minneapolis-Saint Paul y Salt Lake City, se realiza desde 2019 el abordaje automatizado para vuelos internacionales, sobre la base de reconocimiento facial y sin la necesidad de que el pasajero escanee su pase de abordaje (Delta Airlines, 2019).



Los procesos automatizados de control fronterizo ya son ampliamente utilizados en diversas partes del mundo donde, a través de sistemas de reconocimiento biométrico -mediante reconocimiento facial y/o escaneo de huella digital- se realiza el proceso de identificación del viajero. Ejemplos de estos sistemas, con distintos grados de implementación, pueden ser encontrados en aeropuertos de países como Alemania, Australia, Brasil, Canadá, Colombia, Estados Unidos, Francia, Japón, México, Perú, Reino Unido, Turquía y Uruguay, entre otros.

El despacho biométrico de equipajes puede ser encontrado en aeropuertos como Auckland y Dublín, disminuyendo los tiempos de *check-in* en aproximadamente 60% y la necesidad de personal de las aerolíneas y del aeropuerto (Future Travel Experience, 2016; Rockwell Collins, 2017).

Cabe mencionar también a las tecnologías de automatización de despachos y rastreo de equipajes, que buscan mejorar la eficiencia en todo el proceso de gestión de los mismos, reduciendo probabilidades de pérdidas y retrasos, e incrementando la satisfacción de los clientes, al lograr un seguimiento rápido y fácil por parte de estos. Estas tecnologías están permitiendo la creación y/o expansión de puntos de recibimiento de equipajes hacia afuera de los aeropuertos, disminuyendo la necesidad de personal e infraestructura en el aeropuerto -tanto de las aerolíneas, como de los operadores aeroportuarios y otros actores involucrados- para realización de los procesos de abordaje y desembarque. Del mismo modo, están facilitando la oferta de nuevos servicios a los pasajeros y clientes, con la entrega y recibimiento de equipajes en distintos puntos fuera del aeropuerto.

El Grupo Lufthansa, en asociación con Rimowa, ofrece el servicio llamado “Smart Bags”, donde la etiqueta de papel es remplazada por una etiqueta electrónica en aquellos equipajes de Rimowa que brindan la opción de tag electrónico (Lufthansa, 2021; Swiss, 2021). Desde 2016, Delta Airlines utiliza sistemas de RFID para el rastreo de equipajes, a fin de incrementar la precisión y automatización de este proceso, permitiendo acelerar la identificación de equipajes en el caso de necesidad de redireccionamiento de los mismos, como en situaciones de cambios y/o cancelaciones de vuelos y realizar el seguimiento de la ubicación del equipaje en tiempo real por parte del pasajero, a través de una aplicación para dispositivos móviles (Delta Airlines, 2016).

Los avances en materia de IA están siendo utilizados en el sector aéreo para expandir la **automatización en la operación de aeronaves y aeropuertos**. Actualmente, ya existe tecnología que permite el aterrizaje y despegue sin acción humana, tanto del lado del piloto como del gestor del sistema de control aéreo. El siguiente paso es la automatización del control aéreo para que las aeronaves, a través del intercambio continuo y automatizado de datos de vuelo, se autocontrolen, sin o con limitada interacción con personal en tierra. La automatización de los servicios de control aéreo



será especialmente importante para las operaciones de los vehículos para *Urban Air Mobility* (UAM, también conocidos como *Electric Vertical Takeoff and Landing [EVTOL]*), a raíz de lo cual se espera un incremento significativo de la cantidad de vehículos en el espacio aéreo, principalmente en áreas urbanas, y cuya operación coordinada entre los distintos usuarios de dicho espacio será fundamental para que las operaciones sean realizadas con seguridad y eficiencia.

Relacionado con lo anterior se encuentra la tecnología de **torres de control remotas**, que se espera facilite el uso compartido de recursos, infraestructuras y sistemas. Esto reduciría costos operativos, al no tener que mantener capacidad ociosa o sub aprovechada, e incrementaría la seguridad de aeródromos que no poseen o poseen limitada asistencia de torres de control, y que usualmente están ubicados en áreas remotas.

En Europa ya existen ejemplos de implementación de esta tecnología. En Suecia, los aeropuertos de Örnköldsvik y el Scandinavian Mountain son operados remotamente con torres de control ubicadas en el aeropuerto de Sundsvall Timrå (LFV, 2019; Simple Flying, 2019). En Reino Unido, el aeropuerto de London City es operado por torre de control remota ubicada en Swanwick (Reuters, 2021).

Las herramientas de identidad digital son clave para automatizar procesos como check-in, control de acceso a áreas restringidas, abordaje a aeronaves y control fronterizo, reduciendo tiempos y costos para todos los agentes y brindando mayor seguridad en los controles.

Urban Air Mobility (UAM) es una tecnología que tiene un gran potencial de transformar el sector aéreo y en la cual están invirtiendo tanto actores ya establecidos en el sector como empresas de tecnología (Airport Technology, 2021). Se trata de la utilización de vehículos aéreos con despegue y aterrizaje vertical, con elevados niveles de automatización -incluida la posibilidad de operación autónoma-, el uso de combustibles sostenibles, menores emisiones de ruidos y menor espacio físico para su operación, por el despegue y aterrizaje vertical. Las propuestas de uso se enfocan en vuelos frecuentes y de cortas distancias, con alcances variados, de hasta 300 km, dependiendo de las especificaciones de los fabricantes. Se vislumbra que dicha tecnología posibilitará la operación aérea en áreas de elevada densidad poblacional o con dificultades de acceso por vía terrestre, y/o para atender a necesidades de desplazamiento con mayor rapidez y confort.

Actualmente, más de 150 distintas empresas están desarrollando versiones de UAM en todo el mundo, abarcando desde startups hasta grandes fabricantes de productos aeronáuticos establecidos en el sector aéreo, como Airbus, Bell y Embraer (a través de la subsidiaria EVE Air Mobility) (Airport Technology, 2021). Además, varias compañías aéreas y empresas de leasing alrededor del mundo -por ejemplo, en Australia, Brasil, Estados Unidos, Japón y Reino Unido- ya anunciaron intenciones de compra de UAM para comenzar operaciones en un horizonte de cinco a diez años (American Airlines, 2021; Avolon, 2021a, 2021b; CNN, 2021a; EVE Air Mobility, 2021c, 2021b, 2021a; Lilium, 2021; United Airlines, 2021b).

Los **robots y vehículos autónomos** están siendo utilizados en distintas áreas del sector aéreo. Por ejemplo, se emplean para el transporte y gestión de equipajes, los



servicios al pasajero, y la limpieza y desinfección de aeronaves y áreas de alto flujo de personas, entre otros. También son utilizados para la inspección de la infraestructura y para el transporte de mercancías de menor tamaño.

En los Países Bajos, el aeropuerto Schipol (Ámsterdam) ha iniciado testeos con vehículos autónomos para el transporte de equipaje entre aeronaves y terminales (Schipol, 2021). En los aeropuertos de Dallas Fort Worth, Rotterdam y Lelystad fueron realizados pilotos de sistemas automatizados para la gestión y transporte de equipajes desde su recepción hasta su abordaje en los aviones (Airside International, 2019).

El UPS Flight Forward ha recibido la certificación de la Administración Federal de Aviación de Estados Unidos (FAA) para actuar como una empresa aérea operadora de drones para el transporte de hasta 7.500 lbs (3.400 kg) de carga, con un operador o de manera autónoma (UPS, 2021a). La empresa ha utilizado drones para el transporte de vacunas de COVID-19, con paquetes especiales para el transporte refrigerado, para el Atrium Health Wake Forest Baptist, en Winston-Salen, Carolina del Norte (UPS, 2021b).

2.3.2 Tecnologías para la integración de operaciones

El ecosistema aéreo está conformado por diferentes actores, entre los que se encuentran aerolíneas, gestores aeroportuarios, pasajeros, entes gubernamentales, proveedores de servicios a pasajeros (por ejemplo, restaurantes, tiendas y parqueadores ubicados en aeropuertos), y proveedores de servicios de *handling* y catering, entre otros. El IoT, los modelos de IA, la computación en la nube y las **interfaces de plataformas digitales** (API, por sus siglas en inglés) están permitiendo generar e intercambiar una gran cantidad de información sobre vuelos y pasajeros entre estos actores, particularmente entre aerolíneas, entes gubernamentales y gestores aeroportuarios, facilitando una mejor gestión operativa en el ambiente aeroportuario y, por ende, una mayor eficiencia en los procesos de llegada y salida de los aviones, y abordaje y desembarque de los pasajeros, cargas y equipajes. Otro beneficio de la integración del *big data* generado por las tecnologías digitales es la mayor seguridad tanto en las operaciones aeroportuarias, mediante sistemas de alerta temprana frente a demoras, fallas u otras eventualidades, como en los procesos de control de pasajeros y de mercancías y en el mantenimiento de aeronaves, permitiendo obtener y procesar con anticipación datos de múltiples fuentes para detectar potenciales riesgos.

Por su parte, los pasajeros se ven ampliamente beneficiados por esta integración, debido a procesos más simples y rápidos desde la llegada al aeropuerto de salida, hasta su destino final. Inclusive, los datos sobre comportamientos individuales de los usuarios, recolectados mediante equipamientos móviles y control biométrico, entre otros, pueden ser utilizados para generar servicios y procesos personalizados para atender distintas necesidades y perfiles (IATA & ACI, 2020; NEC, 2018; SITA, 2019, 2020; WEF, 2017).



La aplicación de nuevas tecnologías y la integración de procesos hará más cómodo el viaje para los pasajeros, debido a procesos más simples y rápidos desde la llegada al aeropuerto de salida, hasta el destino final.

La Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA en sus siglas en inglés) está desarrollando el programa One Record para estandarizar el proceso de intercambio de datos y creación de un registro único de cargas transportadas por vía aérea, fomentando la interacción, transparencia, visibilidad y seguridad de los procesos entre los actores de la cadena del transporte aéreo (IATA, 2022).

El mantenimiento predictivo ya es una realidad, donde plataformas analíticas de big data, como Skywise, de Airbus, e IKON, de Embraer, permiten a las aerolíneas analizar y procesar datos operativos enviados por los aviones, a partir de lo cual realizar gestiones internas para incrementar la eficiencia de las aeronaves (Airbus, 2022a; AWS Amazon, 2022).

Al igual que en los otros modos, la combinación de IoT con modelos de IA está permitiendo crear **gemelos digitales** para facilitar la toma de decisiones en la gestión de las operaciones en el sector aéreo, a fin de mejorar la utilización de activos, la respuesta a situaciones de emergencia y la oferta de servicios a pasajeros y aeronaves (ACI, 2021).

La European Union Aviation Safety Agency (EASA) ha aprobado el primer certificado para un Dispositivo de Entrenamiento de Simulación de Vuelo (FSTD) para pilotos de helicópteros, permitiendo la realización de entrenamientos de maniobras arriesgadas en un ambiente virtual. La medida incrementa la seguridad de entrenamientos en el subsector de helicópteros, donde las estadísticas muestran que alrededor de 20% de los accidentes suceden en vuelos de entrenamientos (EASA, 2021).

El aeropuerto de Changi (Singapur) utiliza tecnologías de realidad aumentada para los equipos de tierra, para proveer instrucciones relacionadas con el embarque y desembarque de cargas en aviones. Los equipos permiten al personal responsable visualizar informaciones a través del escaneo de códigos QR, teniendo acceso a datos como peso, organización de la carga, destino, además de permitir el monitoreo del proceso en tiempo real mediante un centro de control. La adopción de la tecnología ha reducido los tiempos de carga y descarga en 25% (Reader's Digest, 2017).

2.3.3 Tecnologías para una mayor sostenibilidad

Los datos generados por el **IoT** y **los modelos de inteligencia artificial** están siendo utilizados para reducir la huella de carbono de las operaciones aeroportuarias, al permitir identificar pérdidas de energía y eficiencia, simplificar e integrar procesos, y convertir a los activos aeroportuarios en “inteligentes”.



El aeropuerto de Dallas Fort Worth (Estados Unidos) fue el primer aeropuerto a nivel mundial certificado como categoría 4+, carbono neutro, del programa de acreditación del Airport Council International (ACI) (ACI, 2020). Para ello, el aeropuerto adoptó, entre otras medidas, el proyecto Morpheus, que incluye la adopción de modelo de análisis digital twin para la simulación de escenarios operativos relacionados con demandas energéticas actuales y futuras en un horizonte hasta 2050.

Otra área donde se está avanzando, aunque más enfocada en las **fuentes de energía** -por fuera de lo digital- es la promoción del uso de hidrógeno, biocombustible, electricidad y modelos híbridos, no solo en aeronaves sino en toda la operación e infraestructura aeroportuaria.

El Aeropuerto de Copenhague, A.P. Moller-Maersk, DSV Panalpina, DFDS, SAS y Ørsted han firmado una asociación para desarrollar una planta para producción de hidrógeno y biocombustibles para uso en buses, camiones, navíos y aviones. Para el año 2030, se estima que la planta tendrá la capacidad de producir 250.000 toneladas de combustibles sostenibles y reducir 850.000 toneladas de emisiones anuales de carbono. Específicamente para el sector aéreo, se estima que el proyecto tendrá el potencial de reducir el uso de combustibles fósiles en 5% hasta 2027 y en 30% hasta 2030 (CPH, 2020).

Airbus está desarrollando el programa ZEROe, de aeronaves comerciales propulsadas a hidrógeno (Airbus, 2022b). United Airlines realizó una asociación con la empresa ZeroAvia para el desarrollo de motores hidrógeno-eléctricos, con cero emisiones, para equipar aeronaves empleadas en vuelos regionales (United Airlines, 2021a).



2.4 Desafíos de la transformación digital del transporte

A pesar de los beneficios que las nuevas tecnologías digitales traen para el transporte, no pueden soslayarse los **desafíos** asociados a las mismas, entre los que se encuentran:

- Incertidumbre en el período de coexistencia entre AV y vehículos convencionales, pudiendo afectar la seguridad vial.



- Desafíos para adaptar la infraestructura y el marco regulatorio ante la aparición de nuevos modos de transporte.
- Aumento de la tasa de motorización y, en consecuencia, de la congestión en las ciudades, debido a la mayor comodidad de viajar en AV y al incremento del comercio electrónico.
- Caída del uso del transporte público, con impactos en la mayor congestión, en la sostenibilidad financiera de los servicios y en la calidad de vida urbana.
- Aumento del desempleo y conflicto social.
- Exclusión de poblaciones con menor acceso y conocimiento de la tecnología digital.
- Nuevos escenarios de riesgos en el transporte aéreo con la movilidad autónoma.
- Exclusión de las empresas de menor tamaño relativo que enfrentan múltiples barreras a la transformación.
- Reducción de la competencia en los mercados de transporte, con impacto en el bienestar social.
- Proliferación de estándares que no permiten la integración de la información.
- Vulnerabilidad de la identidad y de la privacidad de los individuos.
- Mayor exposición a ciberataques.

Como evidenciaremos en el **Capítulo 4**, las acciones adecuadas de política pública son clave para mitigar los riesgos y potenciar los beneficios de las nuevas tecnologías, a fin de alcanzar los objetivos de eficiencia, sostenibilidad e inclusión social a través del transporte.



3

Sector privado: locomotora de la transformación digital del transporte

3.1. EL ROL DEL SECTOR PRIVADO

3.2. ¿CÓMO COMIENZA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL TRANSPORTE?

3.3. UNA TRANSFORMACIÓN DIGITAL A VARIAS VELOCIDADES



Sector privado: locomotora de la transformación digital del transporte

Al igual que ocurre en otros sectores, la iniciativa privada es quien impulsa la transformación digital en el transporte. En este capítulo analizaremos las razones relevadas en el estudio que motivan la inversión y adopción de tecnologías digitales en el sector, así como los mecanismos a través de los cuales ocurre la transformación digital. Finalmente, realizaremos una comparación entre los diferentes subsectores del transporte. El objetivo es identificar los principales aspectos que están incentivando la transformación en los países líderes y, sobre la base de estos aspectos, analizar en el **Capítulo 4** el rol del sector público en estas geografías y en el **Capítulo 5** comparar con la situación en ALC.



3.1 El rol del sector privado

Dentro del sector privado pueden identificarse **cuatro actores que están incentivando la transformación** digital del transporte: (i) las grandes empresas de transporte, que poseen áreas dedicadas a la investigación y desarrollo (I+D); (ii) las compañías tecnológicas, que proveen soluciones para el sector; (iii) el ecosistema innovador, que también funge como motor de generación de soluciones y productos innovadores; y (iv) el sector financiero, que provee recursos que facilitan las inversiones necesarias para desarrollar y escalar soluciones.

Si bien la I+D siempre ha sido un área de trabajo importante en las **grandes empresas manufactureras de transporte**, especialmente en las aéreas y automotrices, los avances se han multiplicado en el último decenio, producto de una mayor capacidad de cómputo de los sistemas informáticos, de una mayor velocidad en las redes de comunicaciones y del efecto derrame de los avances realizados en las industrias de tecnología y telecomunicaciones, particularmente en relación con modelos de IA y despliegue de IoT. Muchas de estas empresas han pasado de tener áreas de I+D a contar con áreas de innovación que integran programas de innovación abierta, innovación virtual y *corporate venturing*, aplicando modelos de organización y procesos de innovación ágiles e iterativos. Desde estos espacios las empresas automotrices están impulsando el ecosistema de innovación mediante programas de aceleración, de *startup garage*, de *crowd innovation* y de *technology scouting*. Al respecto, datos recientes muestran que la solicitud de patentes en la industria automotriz se ha incrementado en un 40% entre 2010 y 2020 (LexisNexis PatentSight, 2020).



Por su parte, las **compañías tecnológicas** han desarrollado áreas de negocio dedicadas al transporte, a través de las cuales proveen desde datos y soluciones customizadas a un subsector o proceso específico, hasta infraestructura digital y servicios en la nube. Una modalidad muy utilizada por las compañías es la colaboración con las grandes empresas del sector transporte para el testeo de nuevas tecnologías, así como la generación de casos de uso de las mismas⁴. Además de la provisión de servicios, algunas empresas están incursionando en el *hardware* del transporte, con proyectos de despliegue de vehículos autónomos que capitalizan los recursos y conocimientos adquiridos internamente en materia de *big data* e inteligencia artificial. Dentro de este grupo de empresas, Alphabet, Apple y Amazon se encuentran entre las empresas más activas en invertir en el desarrollo tecnológico para el sector transporte. Alphabet, por ejemplo, centra su estrategia en tres áreas: tecnología para vehículos autónomos, sistemas operativos para vehículos y modos alternativos de movilidad. Por su parte, Amazon está trabajando en posicionarse como la empresa líder para mejorar la experiencia a bordo del vehículo, a través de su asistente de voz (Business Insider, 2019).

El **ecosistema innovador** es también clave para impulsar la transformación digital del sector. Las *startups* están presentes en todos los subsectores del transporte, proveyendo una amplia gama de productos, que van desde vehículos autónomos para la logística urbana, hasta plataformas digitales para la integración de servicios de movilidad. El liderazgo sectorial es uno de los factores que incentivan la creación de *startups* en una zona determinada. Por ejemplo, en torno a los puertos más importantes del mundo surgen *startups*, en parte financiadas por estos puertos, que tienen como objetivo responder mediante la implementación de nuevas tecnologías a problemáticas de la operatoria marítimo-portuaria. Un caso de ello es el *Technology Advanced Program* desarrollado por los puertos de Los Ángeles y Long Beach en California, que persigue el desafío de fomentar y llevar a la práctica soluciones innovadoras para reducir la emisión de CO₂ en la zona portuaria. En muchos casos, estas innovaciones son presentadas e implementadas por *startups* de la zona de Los Ángeles dedicadas a desarrollar innovación en tecnologías verdes para la logística. Los clústeres productivos y los polos tecnológicos como los ubicados en la bahía de San Francisco y Tel Aviv son otra gran fuente de empresas innovadoras en el sector.

Un aspecto particular de estas geografías es la gran **disponibilidad de aceleradoras de empresas y de fondos de capital de riesgo** para financiar ideas innovadoras. En los últimos años, el sector transporte ha generado una importante atracción de capital de riesgo, situándose entre los diez mayores destinatarios de recursos a nivel mundial (Statista, 2021). Por ejemplo, el financiamiento a *startups* del sector logístico en el mundo fue de US\$26,2 mil millones entre 2010 y 2019, de los cuales los nuevos modelos de entrega de última milla contribuyeron el mayor valor con US\$ 9,9 mil millones (37,8%), seguido por el mercado de transporte de carga por carretera (US\$ 6 mil millones; 22,9%), y el almacenamiento (US\$ 3,3 mil millones; 12,6%) (McKinsey, 2020b).

⁴ Véase por ejemplo los casos de USPS (2017), ZPMC (2018), Hitachi Vantara (2018) e ITF (2018).



3.2 ¿Cómo comienza la transformación digital del transporte?

Para responder a esta pregunta, es necesario analizar las estrategias de las grandes empresas de transporte. En los diferentes subsectores, las razones tienden a coincidir, siendo las más importantes:

- **Incrementar la eficiencia** y reducir costos en segmentos con bajo margen de ganancias.
- **Mejorar la satisfacción del cliente** o usuario, ofreciendo un producto o servicio que se adapta a sus preferencias individuales.
- **Fortalecer la resiliencia de infraestructura y servicios de transporte**, especialmente importante luego del impacto de COVID-19 y con el aumento de fenómenos climáticos extremos.
- **Avanzar en la mayor sostenibilidad del sector**, identificando, rediseñando y monitoreando procesos para reducir emisiones.
- **Mejorar la seguridad ocupacional y de los usuarios.**

En los sectores donde la transformación se encuentra más avanzada -aéreo, movilidad privada y marítimo-, la transformación digital surge como respuesta a la **presión competitiva** que estas empresas enfrentan a nivel global. Dicha presión proviene no solo de jugadores tradicionales, sino también de la amenaza disruptiva generada por nuevas tecnologías y nuevos entrantes. Por ejemplo, las empresas multinacionales consolidadas de logística se ven desafiadas por el surgimiento de nuevos jugadores como son las empresas de comercio electrónico, las cuales están invirtiendo grandes sumas de capital en desarrollar sus operaciones de transporte, a fin de tener mayor control sobre la última milla, reducir costos e incrementar la eficiencia general de las operaciones logísticas. La base tecnológica de las empresas entrantes les permite tomar decisiones sobre una gran cantidad de datos, a fin de reducir costos y prestar servicios más personalizados y con mayor visibilidad para los clientes, lo que las ubica en una situación ventajosa para incrementar su cuota de mercado. Por esta razón, en los últimos cinco años gran parte de las inversiones de las empresas de logística tradicional se han concentrado en la generación, análisis y provisión de datos a sus tomadores de decisiones y a sus clientes (Calatayud & Katz, 2019).

La información recabada indica también que el **ritmo de transformación de las grandes empresas manufactureras**, a quienes los actores del sector proveen servicios, representa un importante factor de estímulo. En este contexto, el riesgo de no transformarse es la pérdida de negocio. Es así como los líderes globales de logística ya están involucrados en un proceso de innovación tecnológica similar al de



En la búsqueda de una mayor eficiencia, satisfacción del cliente, resiliencia y sostenibilidad, el sector privado es el catalizador de la transformación digital del transporte.

las grandes empresas de manufactura. En estos casos, las estrategias comúnmente adoptadas para este fin son cuatro: (i) la inversión interna en I+D; (ii) la adquisición de capacidades tecnológicas -por ejemplo, vía compra de *startups*- relacionadas directamente con su negocio central; (iii) la integración vertical de procesos a lo largo de la cadena de suministro, con clientes y proveedores; y (iv) la asociación con empresas de tecnología para implementar soluciones que mejoren el desempeño de las operaciones.

Luego del entendimiento del desafío de competitividad y de la posibilidad de resolución vía transformación digital, la secuencia continúa con la **redefinición del modelo de negocio y del modelo operativo**, y la **asignación de recursos necesarios** (capital humano, tecnología, etc.) para implementar tales modelos. Como veremos más adelante, las grandes empresas poseen ciertos factores facilitadores del proceso innovador, incluyendo la capacidad interna (por ejemplo, calidad y competitividad de los recursos humanos), el apoyo organizacional (en términos de incentivos y recursos asignados a la innovación) y el tamaño de la empresa (lo que determina el volumen de recursos a ser asignados a dicha transformación).

Además de la presión competitiva, cada vez está más presente en los objetivos estratégicos de transformación digital de las empresas el **generar una mayor sostenibilidad y resiliencia**. La sostenibilidad viene impulsada por los compromisos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, del cual el transporte es el tercer mayor contribuyente a nivel mundial. Al respecto, el transporte es actualmente el segundo sector con mayor número de patentes “verdes” (Sagacious IP, 2021), inclusive por delante del sector de energías renovables. Por su parte, la resiliencia busca evitar interrupciones en las cadenas de suministro como las que ocurren por el efecto de desastres naturales, previendo el incremento de estos en los próximos años, o las experimentadas durante la pandemia de COVID-19. Con relación a esto último, las empresas logísticas líderes a nivel mundial ubican a las tecnologías de visibilidad como su prioridad de inversión a partir de la pandemia (Kenco Logistics, 2021).

A pesar de los avances del sector, cabe señalar que **aún en los países líderes el nivel de transformación digital no es homogéneo**. Estudios previos del BID, unido a las entrevistas realizadas en el marco de este estudio, demuestran que la digitalización se encuentra mayormente restringida a los grandes operadores y a pocos subsectores (Calatayud & Katz, 2019). Como veremos a continuación, existen razones estructurales y coyunturales que generan estas diferencias. Es en este contexto que, dado el rol clave del transporte para la economía y la sociedad, los gobiernos de países líderes están adoptando diferentes iniciativas para cerrar brechas y promover la digitalización del sector en su conjunto (ver **Capítulo 4**).



**US\$
26,2 mil
millones**

“

de capital de riesgo recibieron las *startups* del sector logístico en el mundo entre 2010 y 2019, ubicando al sector entre los diez más atractivos para la inversión.

”



3.3 Una transformación digital a varias velocidades

Las entrevistas realizadas para este estudio sugieren que dentro del sector transporte la transformación digital tampoco es homogénea. Una mirada comparativa muestra que existen **diferentes niveles de avance entre subsectores**. En general, el transporte aéreo lidera la transformación digital, seguido por la movilidad urbana y la industria marítimo-portuaria. Por detrás se encuentra el transporte de mercancías por carretera. La **organización industrial** explica gran parte de esta diferencia: los subsectores aéreo, marítimo y de movilidad privada (principalmente la industria automotriz) se encuentran conformados por **pocas grandes empresas de carácter global**, que compiten fuertemente entre sí por sus cuotas de mercado, habiendo identificado a la transformación digital como elemento crucial no solo de **ventaja competitiva**, sino de su propia supervivencia en el mercado. Esto se encuentra relacionado con un nuevo concepto del **transporte como negocio tecnológico**, donde la generación de datos para la **customización de los servicios** a las necesidades más específicas de los clientes es tan importante como mover un bien o una persona del punto A al punto B.

En este sentido, todas las grandes empresas de estos subsectores tienen una **estrategia de transformación digital**; departamentos de I+D; programas que, cada vez más, promueven la cultura innovadora; y una colaboración activa con sus proveedores, clientes y con la academia. Su **capacidad financiera** les permite monitorear activamente el escenario tecnológico global y sectorial; captar talento digital; invertir en proyectos de I+D propios, de clientes y proveedores, *startups*, de universidades, y del sector público; y adquirir *startups* innovadoras para integrar las soluciones desarrolladas a sus propios negocios. El tamaño de estas empresas también hace más rentable la inversión en I+D, debido a los **efectos de economía de escala**, que abaratan el costo de la implementación de tecnologías y también magnifican los beneficios derivados de las mismas al interior de la empresa.

Otro aspecto que se desprende de la organización industrial es la **creciente integración vertical**, que favorece la implementación de proyectos de transformación digital que abarcan a diferentes actores y procesos. Las grandes infraestructuras portuarias y aeroportuarias son generalmente operadas por holdings de compañías marítimas o aéreas, respectivamente. Por su parte, las compañías de ambos subsectores están avanzando en la provisión de servicios terrestres. En la búsqueda de una eficiencia integral del negocio y de mayor visibilidad en los diferentes procesos, estas empresas son más proclives a adoptar plataformas digitales que permiten la gestión integrada, disminuyen las barreras de interoperabilidad de los sistemas e incentivan el intercambio de la información. Al mismo tiempo, la transformación digital cobra impulso por las mayores economías de escala, que hacen más rentable la adopción tecnológica.



Estructura de la organización industrial, economías de escala, integración vertical y en cadenas globales de valor, capacidad financiera y clientes más empoderados son factores que determinan el liderazgo de las grandes empresas en la transformación digital del transporte.

Como se señala por Calatayud & Katz (2019), las empresas que participan en **cadenas globales de valor** tienden a estar más avanzadas en términos de su transformación digital, respecto a aquellas empresas enfocadas en mercados domésticos. Por ejemplo, en la industria portuaria, las terminales portuarias bajo concesiones de grandes holdings marítimo-portuarios tienden a beneficiarse del desarrollo tecnológico impulsado desde las casas matrices, que es donde se desarrollan y testean las tecnologías. De la misma manera, los proveedores de servicios logísticos a multinacionales de manufactura demuestran un nivel más alto de adopción tecnológica, por las exigencias de estas últimas en cuanto a proveer visibilidad, coordinar procesos y asegurar la calidad.

Más arriba mencionamos el foco en las necesidades de los clientes. En los subsectores aéreo y de movilidad privada existen **clientes más empoderados**, con demandas diferenciadas y con mayor interés en obtener información en tiempo real. Esto se relaciona con que los denominados “nativos digitales” comienzan a formar parte de una importante cuota de mercado a ser capturada por estos segmentos del transporte. Por ejemplo, en el caso aéreo actualmente es posible saber desde cuántas emisiones genera un itinerario aéreo hasta si el equipaje está viajando en el vuelo correcto. En la movilidad privada, las computadoras a bordo de los vehículos permiten desde generar alertas tempranas ante potenciales fallos, hasta la conducción semi autónoma. Por su parte, la pandemia de COVID-19 ha reforzado la tendencia hacia la digitalización en el transporte marítimo y la logística de última milla, incrementando la información compartida sobre la localización, estado y previsión de entrega de mercancías, para reducir el riesgo de interrupciones en el transporte y asegurar una mayor fidelidad por parte de clientes que quieren saber el estado de sus envíos en todo momento.

La generación y análisis de datos es clave para no solo mejorar de la eficiencia de las operaciones y proveer mayor información a clientes y usuarios, sino también **identificar los perfiles y las necesidades de los mismos**, a fin de brindar un servicio customizado. Nuevamente, los subsectores aéreo y de movilidad privada muestran un mayor avance al respecto, combinando análisis de datos propios y de redes sociales u otras fuentes, para enviar mensajes promocionales, adaptar ofertas y mejorar sus servicios de atención al cliente, entre otros. Se evidencia asimismo un gran avance en la logística urbana, donde las empresas utilizan esta información para, por ejemplo, predecir las compras que realizarán los individuos, acercar los productos a su ubicación y poder entregarlos más rápido una vez que sean adquiridos.

La existencia de un **entorno innovador** y la disponibilidad de **capital de riesgo** son otro aspecto importante que potencia la transformación digital. En los últimos años ha surgido una gran cantidad de *startups* de base tecnológica, que proveen soluciones para generar mayor eficiencia, sostenibilidad y calidad especialmente para la movilidad urbana y la logística. Es en estos subsectores donde, por su mayor atomización y menor tamaño de las empresas, se presentan las mayores barreras de información y de pérdida de eficiencia y, por ende, donde las *startups* han visto



Las empresas de menor tamaño se encuentran en estadios muy incipientes de la transformación digital, debido a la falta de recursos humanos y financieros, la resistencia al cambio y el desconocimiento de los beneficios de las tecnologías para su actividad.

grandes oportunidades para proveer soluciones a través de plataformas y nuevos negocios digitales. Las TNCs y las plataformas agregadoras de información sobre la movilidad urbana, abordados en el **Capítulo 2**, son ejemplos de estas soluciones.

La experiencia de las empresas líderes sugiere que la **reducción de costos laborales** y, al mismo tiempo, la **escasez de mano de obra** incentivan la digitalización del sector. Las experiencias en el subsector aéreo en cuanto a automatización del *check-in* y de la gestión de equipaje, y en logística con el desarrollo de camiones autónomos, responden a estas necesidades y motivan la inversión en I+D, bajo la promesa de generar ahorros para las empresas, incrementar la productividad o suplir funciones para las cuales hoy el mercado laboral no ofrece la cantidad de perfiles requeridos.

Relacionado con el capital humano, las empresas líderes han modificado sus estrategias de recursos humanos para captar **perfiles relacionados con las nuevas tecnologías digitales**. Así, perfiles de ingeniería en sistemas, estadística y física son cada vez más solicitados por las grandes empresas de los subsectores aéreo, marítimo y de movilidad privada, quienes tienen mayores recursos para competir con las empresas tecnológicas por los mismos. Otra estrategia se relaciona con la generación de acuerdos con universidades y centros de formación profesional, para incluir en el programa de estudio el aprendizaje de habilidades informáticas y de análisis de *big data* en el caso de las carreras más tradicionales asociadas con estos sectores, y de conocimientos sectoriales en el caso de carreras de tecnología o afines. La tercera estrategia es la contratación de servicios externos a empresas de tecnología, ya sea para proyectos específicos o para disponer de infraestructura y servicios en la nube, sin necesidad de realizar inversiones internas. Esta es la variante más utilizada por las empresas de menor tamaño relativo.

En contraposición a los avances de las compañías líderes, existe **una gran cantidad de empresas de menor tamaño que todavía se encuentran en estadios muy incipientes de transformación digital**. De acuerdo con la información relevada, la digitalización de estas organizaciones enfrenta principalmente tres barreras: (i) falta de recursos; (ii) resistencia de la gerencia, basada en la dificultad para justificar el retorno de la inversión tecnológica, y resistencia organizacional al cambio; y (iii) baja rentabilidad del negocio central, lo que limita la capacidad para invertir. Así, **no solo existen diferentes velocidades entre los subsectores del transporte, sino también al interior de cada uno de ellos**. Un caso emblemático es el transporte de mercancías por carretera. Los entrevistados han mencionado que las empresas de transporte, especialmente las pequeñas y medianas, representan un importante cuello de botella en términos de la digitalización de los procesos logísticos y, en general, de la cadena de suministro. Esto limita la eficiencia del sistema logístico en su conjunto, dado que los grandes operadores logísticos dependen de empresas transportistas pequeñas y medianas para las operaciones de primera y última milla. Este rezago repercute, por ejemplo, en una reducida visibilidad y transparencia respecto del estado de mercancías en tránsito. Para superar esta barrera, algunas empresas globales de logística tienden a seleccionar solamente aquellos proveedores que prometen trazabilidad completa



de mercancías en tránsito. Adicionalmente, estas compañías o las propias empresas manufactureras instalan dispositivos en los contenedores, para asegurar el flujo de información. En otros casos, las grandes empresas logísticas y manufactureras proveen capacitación y firman acuerdos de coinversión para estimular la digitalización de proveedores de servicios logísticos. Finalmente, en el caso de agrograneles, por ejemplo, han surgido plataformas digitales que integran a toda la cadena, prestando servicios a los distintos jugadores acopiadores, transportistas, choferes, empresas de transporte y puertos, mejorando la transparencia y eficiencia integral del proceso logístico (Calatayud & Katz, 2019).

Aun considerando los obstáculos hoy presentes, los expertos entrevistados coinciden en afirmar que la pregunta fundamental no es si las empresas de transporte se transformarán digitalmente o no, sino cuándo lo van a hacer y cuáles terminarán saliendo del mercado por no hacerlo. La transición hacia la transformación digital y la búsqueda de una mayor sostenibilidad en las economías avanzadas terminará impulsando este proceso dentro de todos los subsectores del transporte a nivel global. Dado el importante rol que el transporte cumple para la sociedad y los fallos de mercado que dificultan tener un sector más eficiente, sostenible e inclusivo impulsado por la transformación digital, los gobiernos de países líderes están implementando múltiples programas de política pública, cuyas buenas prácticas analizaremos en el capítulo a continuación.



4

La participación del sector público de países líderes en la transformación digital del transporte

- 4.1. ROL DEL SECTOR PÚBLICO EN LA PROMOCIÓN DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL TRANSPORTE
- 4.2. IDENTIFICACIÓN DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL COMO PRIORIDAD EN LA PLANIFICACIÓN SECTORIAL
- 4.3. USO DE INSTRUMENTOS DE POLÍTICA PÚBLICA PARA FOMENTAR LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL TRANSPORTE
- 4.4. FORTALECIMIENTO DE LAS INSTITUCIONES Y PROCESOS SECTORIALES PARA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL
- 4.5. COORDINACIÓN HORIZONTAL EN EL GOBIERNO NACIONAL
- 4.6. COORDINACIÓN VERTICAL CON AUTORIDADES REGIONALES Y LOCALES
- 4.7. COLABORACIÓN ACTIVA ENTRE LOS SECTORES PÚBLICO Y PRIVADO
- 4.8. SÍNTESIS DE ASPECTOS DESTACADOS DE LA EXPERIENCIA INTERNACIONAL



La participación del sector público de países líderes en la transformación digital del transporte

Como se ha evidenciado en los capítulos anteriores, las nuevas tecnologías digitales pueden generar importantes beneficios para el sector transporte en materia de eficiencia, sostenibilidad y seguridad. Dado el rol del transporte para la economía y la sociedad, la mejora del desempeño del sector vía la transformación digital conlleva impactos sustanciales en ámbitos como la competitividad económica, la inclusión social y la lucha contra el cambio climático (ver **Capítulo 1**). Por esta razón, el sector público de los países líderes está involucrado activamente en la elaboración de planes y la implementación de políticas que promuevan la transformación digital del sector. Si bien el énfasis varía por país y modo, la tendencia general es a la participación en el terreno de análisis prospectivo, planeamiento, diseño o actualización del marco regulatorio, así como en disponibilizar instrumentos de financiamiento para la digitalización del transporte. Adicionalmente, la importancia que el sector transporte ha asumido en el contexto de la pandemia ha llevado a que todos los gobiernos de los países líderes hayan puesto en práctica nuevas iniciativas públicas para avanzar y acelerar la digitalización del sector.

El objetivo de este capítulo es identificar las mejores prácticas y lecciones aprendidas de los países que están liderando la transformación digital del transporte en la elaboración e implementación de políticas públicas para impulsar dicha transformación. Para ello, analizaremos los casos de Alemania, Corea del Sur, España, Estados Unidos, Francia, Países Bajos y Reino Unido. Estas experiencias serán utilizadas como referencia para el análisis de la situación en los países de América Latina y el Caribe (**Capítulo 6**) y la elaboración de recomendaciones de políticas (**Capítulo 7**).



4.1 Rol del sector público en la promoción de la transformación digital del transporte

La Oficina Gubernamental para la Ciencia del Reino Unido identifica **ocho acciones a través de las cuales los gobiernos cumplen un rol activo en la transformación digital**: (i) catalizar el cambio; (ii) facilitar la innovación; (iii) desarrollar habilidades; (iv) regular cuando sea necesario; (v) establecer estándares; (vi) proveer incentivos fiscales y financieros; (vii) actuar como cliente inteligente; y (viii) proveer plataformas



Catalizar el cambio, desarrollar habilidades, proveer incentivos, establecer estándares y actuar como cliente inteligente son roles clave que los gobiernos deben tener en la transformación digital del transporte.

(Government Office for Science & United Kingdom, 2019). El análisis de las experiencias internacionales evidencia que estas acciones también están presentes en lo que se refiere al sector transporte, según describimos a continuación.

A través de sus ejercicios de planificación, los gobiernos identifican cuáles son los objetivos a lograr en materia sectorial. De esta manera, los gobiernos actúan como **catalizadores de la transformación digital**. Cada vez más, estos objetivos incluyen a la transformación digital del sector transporte, o de un subsector del mismo, como pilar para lograr propósitos de eficiencia, sostenibilidad e inclusión social. Como veremos en la sección 4.2, en ciertos casos los gobiernos incluso definen recomendaciones sobre las tecnologías a ser usadas, en consonancia con sus estrategias nacionales de desarrollo.

En etapas tempranas de desarrollo tecnológico, se requiere realizar pruebas en espacios que simulen entornos de la vida real, a fin de ajustar la tecnología y preparar la regulación sectorial para potenciar beneficios y mitigar riesgos al momento de su escalamiento, y promover que el sector y el público en general se familiaricen con las nuevas tecnologías. Con este propósito y según detallaremos en las secciones siguientes, todos los países líderes están impulsando *sandbox* regulatorios y bancos de prueba, convirtiéndose así en **facilitadores de la innovación**.

El tercer rol se refiere a la **planificación de las habilidades requeridas por las nuevas tecnologías**. En el capítulo anterior mencionamos la dificultad de atraer talento digital al sector, inclusive para las grandes empresas. Dado que la educación y la formación de la fuerza laboral del futuro es clave para el desarrollo de un país, la mayoría de los países analizados ya han identificado la demanda de habilidades, cuantificado la brecha existente entre necesidades y producción de talento, y las acciones requeridas por parte del sector público para contribuir a cerrarla. Como abordaremos en la sección 4.2, esto también incluye la reconversión de la fuerza laboral actual frente a los avances de la automatización.

Uno de los roles más importantes del sector público es el de **regulador inteligente**, a fin de direccionar hacia las tecnologías que generen beneficios para toda la sociedad, mitigando riesgos económicos, ambientales y sociales. Las buenas prácticas relevadas en nuestro análisis en materia de regulación de nuevas tecnologías, teniendo en cuenta la incertidumbre del cambio tecnológico, indican que la regulación debe ser lo suficientemente flexible y ágil para facilitar el testeo y avance tecnológico, al tiempo que establecer criterios para mitigar potenciales riesgos para la sociedad (ver sección 4.3).

En materia de tecnología, se requiere del **desarrollo de estándares** para facilitar la comunicación de datos, favoreciendo a la interoperabilidad entre plataformas y sistemas tecnológicos, protegiendo al consumidor. Si bien el abordaje seguido por los gobiernos para promocionar la adopción de estándares es variado, como veremos en la sección 4.3, el punto común a todos ellos es que han definido al establecimiento de estándares como un tema fundamental de política pública, sea acompañando al sector privado o participando con un rol destacado en la agenda y en los organismos internacionales que trabajan en estos ámbitos.



Incentivar la digitalización a través de mecanismos fiscales y financieros es otra de las acciones clave implementadas por los países líderes. El desarrollo y la adopción de tecnologías conlleva riesgos que desincentivan la inversión por parte del sistema financiero. Asimismo, como abordamos en el capítulo anterior, las empresas de menor tamaño suelen enfrentar numerosos obstáculos para la transformación digital, especialmente por la falta de recursos propios y de acceso a crédito. En este contexto, mediante el otorgamiento de préstamos a baja tasa de interés o deducciones impositivas, los gobiernos actúan como promotores de la transformación (ver sección 4.3).

El sector público provee por sí mismo infraestructura y servicios de transporte, y participa en procesos relacionados con todos los segmentos del sector. Por ejemplo, es este quien debe gestionar el tráfico en las redes urbanas, para maximizar su capacidad. También, el Estado realiza las actividades de control aduanero, de cuya eficiencia depende el nivel de desempeño del transporte internacional. En este sentido, la digitalización de los procesos al interior del sector público lo convierte en un **cliente inteligente**, lo que actúa como incentivo para el desarrollo de soluciones para el sector y también de digitalización de las empresas que hacen uso de los servicios públicos. De manera importante, este cambio tecnológico en el sector público **mejora el ambiente de negocios en el que se desarrolla el transporte** (ver sección 4.3).

Finalmente, relacionado con lo anterior, el sector público puede contribuir a escalar tecnologías, al tener la capacidad de implementarlas en sus propios procesos e infraestructuras. De este modo, actúa como **proveedor de plataformas para la difusión y la adopción de tecnologías**.

En el ejercicio de estos roles, los países líderes han generado **buenas prácticas y lecciones aprendidas** que pueden ser de gran utilidad para los países de ALC al momento de acelerar el camino a la transformación digital. Las próximas secciones serán dedicadas a analizar estas prácticas.



4.2 Identificación de la transformación digital como prioridad en la planificación sectorial

Una de las funciones más importantes de los gobiernos es la de planificación sectorial, a partir de lo cual se establecen los objetivos, las prioridades de inversión y las agendas de trabajo para las agencias públicas responsables de la gestión del sector. Un elemento común a los países analizados es la clara **identificación de la transformación digital entre los objetivos a lograr en el sector**. Las razones aducidas para proceder en esta dirección son cinco:



- La importancia de la digitalización en el aumento de la contribución económica de la logística en el marco de la recuperación post-pandemia.
- Apoyar desde la logística la transición a nuevos modelos productivos alrededor del concepto de Industria 4.0 (logística inteligente).
- La necesidad de impulsar la descarbonización para mitigar los efectos del cambio climático.
- El imperativo de crear una movilidad urbana sostenible.
- Mejorar la seguridad del transporte aéreo.

Si bien existe una relativa coincidencia sobre porqué desarrollar políticas públicas en el terreno de la transformación digital del sector, esta puede traducirse en líneas de intervención diferentes. Países como Reino Unido han apostado a un trabajo intenso de investigación y desarrollo prospectivo, enfocado en el análisis del impacto de las tecnologías digitales avanzadas en el transporte (por ejemplo, estudiando el comportamiento de consumidores frente a la movilidad como servicio). Otras naciones como Corea del Sur han enfatizado la planificación de largo plazo con objetivos centrados en una política de corte industrial (como ser el desarrollo de la industria de buques autónomos). Finalmente, otros países han puesto el acento en el desarrollo de marcos regulatorios para encauzar la difusión tecnológica (como es el de la protección de privacidad en el marco de la compartición de datos sobre el uso de medios de transporte urbano en España). En suma, si bien todos los países líderes coinciden en la importancia estratégica de la transformación digital del sector, no todos la han encarado de la misma manera.

En sus planes sectoriales, los países líderes identifican a la transformación digital como mecanismo importante para conseguir los objetivos de eficiencia, inclusión y sostenibilidad del transporte.

La intervención del sector público en la digitalización comienza con la formulación de **tres tipos de instrumentos de planificación**: (i) planes generales de transporte, incluyendo a la transformación digital como uno de sus objetivos; (ii) planes específicos para la transformación digital del sector o de uno de sus modos (transporte marítimo, transporte aéreo, movilidad urbana, etc.); y (iii) planes no necesariamente enfocados en el sector de transporte aunque, dado su enfoque en tecnologías digitales (como ser la inteligencia artificial), conllevan un impacto implícito en la digitalización del mismo (ver **Cuadro 4.1**).

**Cuadro 4.1. ► PLANES CON IMPACTO EN LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL TRANSPORTE**

		MOVILIDAD URBANA	LOGÍSTICA (*)	TRANSPORTE AÉREO
ALEMANIA	Planes Nacionales de Transporte	<ul style="list-style-type: none"> Plan Federal de Infraestructura de Transporte 2030 Plan de Acción Nacional de Sistemas de Transporte Inteligente 		
	Planes para áreas específicas del transporte	<ul style="list-style-type: none"> Plan de Acción para la Digitalización y la Inteligencia Artificial en la Movilidad Iniciativa para la Conectividad Digital en el Transporte Público 	<ul style="list-style-type: none"> Agenda Marítima 2025 Programa de Innovación Logística 2030 	<ul style="list-style-type: none"> Estrategia de Aviación del Gobierno Federal Alemán Plataforma Digital de Aviación no Tripulada Plan de acción del Gobierno Federal sobre sistemas de aviación no tripulados y conceptos de aviación innovadores
	Planes transversales con impacto en el transporte	<ul style="list-style-type: none"> Trazando el Curso de la Digitalización Estrategia de Alta Tecnología 2025 Plataforma Industria 4.0 Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial Estrategia del Ministerio Federal de Asuntos Económicos en materia de regulación por <i>sandboxes</i> Estrategia de Datos del Gobierno Federal Alemán 		
COREA DEL SUR	Planes Nacionales de Transporte	<ul style="list-style-type: none"> Quinto Plan Integral del Territorio Nacional 		
	Planes para áreas específicas del transporte	<ul style="list-style-type: none"> Tercer Plan Maestro de Ciudades Inteligentes 2019-2023 Plan de Desarrollo de Carreteras Digitales Verdes 	<ul style="list-style-type: none"> Plan Nacional de Logística 2021-2030 Estrategia de Expansión de Transporte y Logística Inteligente Estrategias y Políticas de Puertos Inteligentes 2030 Plan del Sistema Inteligente de Manejo de Seguridad Ferrocarril (2018-2027) 	<ul style="list-style-type: none"> Tercer Plan de Políticas Aéreas (2020-2024) Hoja de ruta del tráfico aéreo urbano de Corea
	Planes transversales con impacto en el transporte	<ul style="list-style-type: none"> <i>Korean New Deal 2.0</i> Plan para la Cuarta Revolución Industrial Sexto Plan Básico Nacional de Informatización Estrategia Nacional de Ciberseguridad Plan Básico de Ciberseguridad Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial 		



		MOVILIDAD URBANA	LOGÍSTICA (*)	TRANSPORTE AÉREO
ESPAÑA	Planes Nacionales de Transporte	<ul style="list-style-type: none"> Plan de Innovación para el Transporte y las Infraestructuras Ley de Movilidad y Financiación del Transporte 		
	Planes para áreas específicas del transporte	<ul style="list-style-type: none"> Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030 Agenda Urbana Española (AUE) Política de Seguridad Vial PERTE de Vehículo Eléctrico y Conectado Proyecto DGT 3.0 		<ul style="list-style-type: none"> Plan Estratégico para el Sector Civil de Drones en España 2018-2021
	Planes transversales con impacto en el transporte	<ul style="list-style-type: none"> España 2050 Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) Estrategia Española de Ciencia y Tecnología España Digital 2025 Plan para la Conectividad e Infraestructuras Digitales Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial Plan de Digitalización de Pequeñas y Medianas Empresas Plan de Digitalización de las Administraciones Públicas Plan de Competencias Digitales Estrategia de Impulso a la Tecnología 5G Estrategia Nacional de Ciberseguridad 		
ESTADOS UNIDOS	Planes Nacionales de Transporte	<ul style="list-style-type: none"> Plan Estratégico del Departamento de Transporte 2018-2022 Plan Estratégico del Departamento de Transporte para Investigación y Desarrollo de Tecnologías 2022-2026 Plan Estratégico de Sistemas Inteligentes de Transporte (2020-2025) 		
	Planes para áreas específicas del transporte	<ul style="list-style-type: none"> Plan Integral de Vehículos Autónomos 	<ul style="list-style-type: none"> Plan Estratégico Nacional para el Transporte de Carga 	<ul style="list-style-type: none"> Sistema de Transporte Aéreo de Última Generación
	Planes transversales con impacto en el transporte	<ul style="list-style-type: none"> Ley Pública 117-58. Estrategia Nacional de Ciberseguridad (2018) Memorándum de seguridad nacional sobre la mejora de la ciberseguridad de los sistemas de control de infraestructuras críticas Estrategia para la Innovación Americana Estrategia Federal de Datos Plan Específico del Sector de los Sistemas de Transporte 		



		MOVILIDAD URBANA	LOGÍSTICA (*)	TRANSPORTE AÉREO
FRANCIA	Planes Nacionales de Transporte	<ul style="list-style-type: none"> Innovación en el Transporte: Programa de Inversiones de Futuro - PIA 4 		
	Planes para áreas específicas del transporte	<ul style="list-style-type: none"> Estrategia Nacional de Desarrollo de la Movilidad Autónoma 2020-2022 Estrategia de Digitalización y Descarbonización de la Movilidad Ley de Orientación de las Movilidades Contrato Estratégico del Sector Automotriz 2018-2022 	<ul style="list-style-type: none"> Nueva Estrategia Nacional Portuaria Guía de buenas prácticas para la ciberseguridad en el sector portuario Estrategia nacional <i>France Logistique 2025</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Estrategia Nacional de Transporte Aéreo 2025 Plan estratégico de mejora de la seguridad "Horizonte 2023"
	Planes transversales con impacto en el transporte	<ul style="list-style-type: none"> Plan Nacional de Recuperación y Resiliencia Estrategia Nacional para la Inteligencia Artificial Estrategia de Aceleración de la Ciberseguridad Estrategia nacional en la Nube: Apoyo a la innovación en la Nube 		
PAÍSES BAJOS	Planes Nacionales de Transporte	<ul style="list-style-type: none"> Plan Multianual de Infraestructura, Planificación Espacial y Transporte Estrategia de Transporte Digital 		
	Planes para áreas específicas del transporte	<ul style="list-style-type: none"> Transporte Público 2040 Estrategia de Movilidad Inteligente Hoja de Ruta para Mejorar la Información de Tráfico Agenda de desarrollo para el futuro del transporte público 2040 	<ul style="list-style-type: none"> Estrategia Marítima Holandesa 2015-2025 Memorándum de Puertos 2020-2030 Estrategia marítima y puertos de mar 2018-2021 	<ul style="list-style-type: none"> Memorando de Aviación 2020-2050
	Planes transversales con impacto en el transporte	<ul style="list-style-type: none"> Plan de Acción para la Optimización del Uso de las Infraestructuras Estrategia Holandesa de Digitalización Estrategia de Ciudades Inteligentes 		



		MOVILIDAD URBANA	LOGÍSTICA (*)	TRANSPORTE AÉREO
REINO UNIDO	Planes Nacionales de Transporte	<ul style="list-style-type: none"> Estrategia Nacional de Infraestructura 		
	Planes para áreas específicas del transporte	<ul style="list-style-type: none"> El Futuro de la Movilidad - Estrategia urbana El Futuro de la Política Nacional de Transporte Público <i>Bus back Better</i> Reglamento de Pruebas y Señales de Tráfico de las Patinetas Eléctricas Acuerdo Sectorial Automotriz Plan de acción de las autopistas inteligentes (Inglaterra) 	<ul style="list-style-type: none"> El futuro del Transporte Marítimo 2050 Plan Marítimo Limpio Hoja de ruta "Tecnología e innovación en el sector marítimo británico" Grandes ferrocarriles británicos: Plan Williams-Shapps para el ferrocarril 	<ul style="list-style-type: none"> Visión y hoja de ruta para el futuro del vuelo Acuerdo sectorial aeroespacial Estrategia de modernización del espacio aéreo
	Planes transversales con impacto en el transporte	<ul style="list-style-type: none"> <i>Innovate UK</i> - Visión del Transporte en el Reino Unido a 2050 <i>Industrial Strategy: building a Britain fit for the future</i> Acuerdo sectorial de inteligencia artificial Plan de Descarbonización del Transporte 		

Fuente: Compilación de autores.

(*) Incluye transporte marítimo, terrestre y última milla.

Los **planes nacionales de transporte**, en tanto herramienta central de planificación sectorial, consideran entre sus temas fundamentales la intermodalidad, la transformación energética y el despliegue de infraestructura física (redes viales, nodos logísticos, etc.). Por ello, si bien estos no se enfocan exclusivamente en la digitalización del sector, tienden a abordarla como uno de los temas fundamentales en el marco de una estrategia de infraestructura de largo plazo. Debe enfatizarse que el concepto de transformación digital detallado en los planes nacionales de transporte no es meramente una mención, sino que se reconoce la importancia fundamental de la misma para el futuro desarrollo del sector. Por ejemplo, el Plan de Innovación para el Transporte y las Infraestructuras de España 2018-2022 es un plan transversal estructurado alrededor de ejes como las plataformas inteligentes, las carreteras inteligentes y la eficiencia energética. Es así como los planes nacionales de transporte en los países líderes están basados en el **reconocimiento de que la transformación digital es un componente esencial y una palanca de desarrollo del sector**. En este sentido, los planes nacionales de transporte son útiles para crear un **marco conceptual dentro del cual se desarrollan y articulan planes para los segmentos específicos del sector, como son la movilidad urbana o la logística**.



Los planes por modo y las hojas de ruta para la implementación de la transformación digital permiten establecer objetivos claros y coordinar acciones con los actores públicos y privados.

Una innovación reciente en el proceso de planificación nacional del transporte de los países líderes es el reconocimiento de que estos instrumentos deben estar basados en el insumo provisto por los sectores público, privado, académico y la sociedad civil. Por ejemplo, el Plan Federal de Infraestructura de Transporte 2030 de Alemania fue construido sobre la base de un proceso intenso de participación ciudadana, en el que se recibieron 40.000 contribuciones de ciudadanos y gremios consultados. Lo mismo ocurrió en el caso de la elaboración del Plan de Innovación para el Transporte y las Infraestructuras 2018-2020 de España, desarrollado con la colaboración de empresas del sector privado. En el caso de la estrategia “Innovación en el Transporte: Programa de Inversiones de Futuro - PIA 4” de Francia, su desarrollo involucró la consulta con académicos, diferentes actores económicos, autoridades locales y asociaciones, los que contribuyeron a la identificación y priorización de los temas centrales de innovación sectorial. En general, los procesos de consulta incluyen la conformación de mesas *ad hoc* alrededor de temas específicos (carreteras, movilidad urbana, etc.), el llamado a la presentación de propuestas ciudadanas, *focus groups* y encuestas.

Además de los planes nacionales, considerando la complejidad del proceso de transformación de cada segmento del transporte, los países avanzados han abordado la movilidad urbana, la logística y el transporte aéreo mediante **planes específicos**. Al analizar los planes con foco en un segmento específico del transporte, cabe notar el número de instrumentos relacionados con el sector logístico, especialmente el marítimo, donde se reconoce la importancia de la tecnología como factor de competitividad y de incremento de la sostenibilidad del sector en el marco de la recuperación post-pandemia, como lo demuestran los planes nacionales marítimos de todos los países líderes estudiados. En este sentido, los Países Bajos están implementando su Agenda Marítima 2025, con planes detallados enfocados en digitalización e innovación basados en el Memorándum de Puertos 2020-2030. En Francia, tras un proceso participativo con actores del sector marítimo y logístico, se promulgó la nueva Estrategia Nacional Portuaria, con enfoque en digitalización de cadenas logísticas, despliegue de la ventanilla única marítima y apoyo al desarrollo y mejoría de nuevas carreras profesionales con enfoque en innovación portuaria. La Agenda Marítima 2025 de Alemania destaca la relevancia de la digitalización para el sector marítimo en los próximos cinco años y define el rol del gobierno en cada una de las áreas de acción.

Otra área de especial interés para la planificación de segmentos específicos es la movilidad urbana, donde se destaca el rol de la transformación digital para impulsar el uso eficiente de un espacio urbano limitado, la inclusión y la sostenibilidad. Por ejemplo, el Tercer Plan Maestro de Ciudades Inteligentes 2019-2023 de Corea presenta la movilidad autónoma, inclusiva y sostenible como uno de sus componentes principales, ya que en la visión de desarrollo coreana las nuevas tecnologías son uno de los grandes motores de bienestar, y permiten solucionar problemas como la congestión y la sostenibilidad del transporte público (BID Invest & Korean Development Institute, 2021). El Plan incluye acciones en diferentes frentes -movilidad personal, movilidad



Los países líderes han desarrollado planes específicos para la transformación digital del transporte marítimo, la logística, la movilidad urbana y el transporte aéreo.

grupal, estacionamiento inteligente, carreteras inteligentes y logística-, evidenciando su integralidad. En general, los planes nacionales de movilidad suelen abarcar una variedad de tecnologías aplicadas al contexto urbano, como es el caso del Plan de Acción para la Digitalización y la Inteligencia Artificial en la Movilidad de Alemania, que cubre desde vehículos conectados y autónomos, pasando por los sistemas de comunicación 5G, hasta el control automático del flujo de tráfico. También pueden estar focalizados en un modo específico de transporte urbano, como es el caso de la nueva política nacional de transporte público *Bus Back Better* del Reino Unido, que provee una visión a largo plazo para el futuro de los autobuses, sobre la base de la transformación digital para mejorar la calidad del servicio e incrementar la accesibilidad al transporte, incluyendo el desarrollo de líneas de buses *on demand*. Una buena práctica para resaltar en los planes específicos a nivel de subsector del transporte es la **inclusión de hojas de ruta para avanzar en su implementación**, identificando las acciones a realizar por el sector público, el privado o en conjunto.

Adicionalmente a los planes enfocados en un subsector específico del transporte, los países líderes desarrollan **planes que se focalizan en promover una tecnología en particular**. De especial interés en los países analizados es incentivar la movilidad eléctrica y conectada, con planes que incluyen no solo los componentes relativos a la movilidad, sino otros temas como el desarrollo industrial, la integración de soluciones de inteligencia artificial y el despliegue de infraestructura de recarga. En muchos casos, esto está relacionado con la importancia de la industria automotriz en la matriz productiva de los países y la necesidad de incrementar su eficiencia y sostenibilidad. Ejemplos de ello son las acciones para promover la industria de vehículos eléctricos dentro de la nueva ley de infraestructura de Estados Unidos (*Infrastructure Investment and Jobs Act, H.R.3684, 2021*) “Bipartisan Infrastructure Law”, que cuenta con un Plan de Acción para la Recarga de Vehículos Eléctricos, y US\$ 17.000 millones para apoyar la cadena de suministro nacional de baterías del Programa de Préstamos para la Fabricación de Vehículos de Tecnología Avanzada. Otros ejemplos son el Proyecto Estratégico para la Recuperación y Transformación Económica (PERTE), dedicado al desarrollo del Vehículo Eléctrico y Conectado de España, o el Programa Piloto de Despliegue de Vehículos Conectados del Departamento de Transporte de Estados Unidos y el programa de bajas o nulas emisiones (LoNo) de la Administración Federal de Tránsito (FTA). En ambos casos, los planes hacen referencia a una variedad de instrumentos de política pública para incentivar la transformación, incluyendo estímulos a la I+D y la inversión directa por distintas agencias del Estado.

El despliegue de vehículos aéreos no tripulados también ha sido foco de atención para la planificación sectorial. Tal es el caso del programa *BEYOND*⁵ de la Administración Federal de Aviación de Estados Unidos (FAA, por sus siglas en inglés), que aborda las temáticas avanzadas de despliegue de drones, centrándose en aspectos tales como cuantificar mejor los beneficios sociales y económicos de las operaciones, el diálogo con las comunidades y el uso de drones más allá de la línea de visión, con énfasis en la inspección de infraestructuras, las operaciones públicas y la entrega de

⁵ BFAA. (2017). BEYOND Program. https://www.faa.gov/uas/programs_partnerships/beyond.



paquetes pequeños. En España, el Plan Estratégico para el Desarrollo del Sector Civil de Drones 2018-2021 fue estructurado alrededor de tres ejes: (i) el ámbito normativo; (ii) la integración de España en U-Space⁶, componente de drones de la iniciativa europea para un cielo único; y (iii) el fortalecimiento del sector privado a través del impulso a la I+D del sector. El Reino Unido, mediante su programa *Future of flight* de la agencia de investigación e innovación UKRI, también ha priorizado la investigación y despliegue de estos vehículos. El programa aborda el futuro de la aviación en general y, en específico, el uso de drones tanto para el transporte urbano de pasajeros como para la logística de última milla. Como parte de este programa, han elaborado una hoja de ruta en conjunto con actores privados, la academia y asociaciones de consumidores, lo que ha sido complementado con un estudio socioeconómico, un marco de seguridad, consultas abiertas sobre reformas legislativas y programas de pilotos y pruebas de concepto, usando drones para reforzar los servicios de salud.

La ventaja de contar con planes específicos es que estos generan una serie de intervenciones más focalizadas que en el caso de planes sectoriales. En términos de mejores prácticas, los países líderes indican que el desarrollo de planes específicos requiere la incorporación de profesionales especializados en las áreas bajo consideración en las agencias públicas responsables de su preparación. Adicionalmente, tanto la experiencia estadounidense como la británica y la coreana indican que los planes específicos requieren la colaboración entre el sector público y el privado, ya que estos últimos son quienes poseen mayor experiencia en las tecnologías a ser desplegadas. Así, los actores del sector privado deben formar parte permanente de los mecanismos de consulta establecidos para el desarrollo del plan y no ser consultados al final de su formulación. Esto es especialmente relevante cuando se incluyen hojas de ruta para la ejecución del plan, dado que muchas de las acciones deberán ser realizadas en conjunto con el sector privado.

Complementando los planes específicos del sector de transporte, los países líderes bajo estudio también desarrollan **planes transversales** con impacto en el sector. Si bien, no todos los planes transversales mencionan de manera específica el sector de transporte, es dable considerar que los mismos tienen un efecto de “derrame” sobre el sector. Los programas transversales con impacto en la digitalización del transporte son de tres tipos: (i) estrategias nacionales de digitalización; (ii) estrategias tecnológicas específicas; y (iii) planes con impacto en la gestión de tecnologías digitales (por ejemplo, ciberseguridad y protección de datos).

Las **estrategias nacionales de digitalización** están basadas en reconocer que el futuro de la transformación de la matriz productiva está asociado a la transformación digital. Si bien en algunos casos el transporte no es analizado en detalle, la implicancia del plan (por ejemplo, en lo referente a la inversión en I+D) para el sector está implícita. En otros casos, la transformación digital del transporte es uno de los ejes principales de las estrategias nacionales de digitalización. Como ejemplo, la Estrategia de Alta Tecnología 2025 de Alemania es un agregado de iniciativas y programas gubernamentales, tocando todos los aspectos de I+D en tecnologías avanzadas e incidiendo en

⁶ U-Space es un conjunto de nuevos servicios que se basan en un alto nivel de digitalización y automatización para apoyar el acceso seguro y eficiente al espacio aéreo de un gran número de drones. Es el componente de drones de SESAR, pilar tecnológico de la política del Cielo Único Europeo de la Unión Europea. SESAR define, desarrolla y despliega tecnologías para transformar la gestión del tráfico aéreo en Europa. (SESAR 3 Joint Undertaking, 2017).



El transporte se incluye dentro de los sectores de atención de las estrategias nacionales de digitalización y de ciberseguridad.

muchos programas de digitalización de transporte. Tres de los ejes temáticos de la estrategia tienen un impacto directo en el transporte: economía y energía sostenible, movilidad inteligente y seguridad civil. Asimismo, la estrategia sienta las bases de un plan de acción para la digitalización y el uso de inteligencia artificial en la movilidad. De manera similar, el Plan para la Cuarta Revolución Industrial de Corea contiene la visión del Comité Presidencial de la Cuarta Revolución Industrial, identificando las estrategias para desarrollar nuevas industrias a través de la innovación tecnológica inteligente. Los objetivos relevantes a la transformación digital del transporte y la logística en este plan son: (i) transformar a Corea en el líder en vehículos autónomos, buques autónomos y drones; (ii) acelerar la innovación en logística inteligente; (iii) acelerar el despliegue de ciudades inteligentes; (iv) transformar el sistema de gestión de tráfico en un sistema inteligente; y (v) crear empleos en el sector como impulso al crecimiento económico. Una de las contribuciones importantes de las estrategias nacionales de digitalización es que, al ser la transformación digital su foco principal, pueden articular mejor el direccionamiento de la misma. Al abordar el desafío de la transformación digital para la economía y la sociedad, las estrategias nacionales de digitalización son muy eficaces en desarrollar planes de acción más concentrados en sus implicancias para el transporte.

Las **estrategias tecnológicas específicas** recogen objetivos de desarrollo digital a nivel transversal, como es la Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial de España, desarrollada en el marco de la estrategia España Digital 2025. Su valor reside en profundizar planes de desarrollo, sobre todo en lo referido a la I+D+i.

Finalmente, dentro de los planes transversales, es importante considerar aquellos que, por su importancia regulatoria, proveen un marco de referencia para el uso de tecnologías digitales en el transporte: **protección de datos del consumidor y la ciberseguridad**. El mayor impacto transversal lo ha tenido a nivel europeo la implementación del Reglamento General de Protección de Datos (GDPR, por sus siglas en inglés)⁷ el cual regula el tratamiento de datos personales que realizan personas, empresas u organizaciones. Este reglamento ha influenciado los modelos de negocio de plataformas de movilidad compartida. Otro ejemplo de marco transversal con impacto en el sector es la Ciber-Estrategia Nacional 2022 del Reino Unido, que menciona múltiples veces los riesgos cibernéticos asociados a las nuevas tecnologías en el transporte⁸, o la Agenda Nacional de Ciberseguridad de los Países Bajos que también menciona la importancia de la seguridad en los procesos crecientes de digitalización de la movilidad. La visión de la seguridad en el transporte puede partir de una visión general de la seguridad de la infraestructura como en los Estados Unidos, donde el Plan Nacional de Protección de Infraestructuras contiene un Plan Específico del Sector de los Sistemas de Transporte. Además de este plan, el Departamento de Transporte estadounidense, con su Oficina del Programa Conjunto de Sistemas Inteligentes de Transporte, opera una serie de subprogramas de investigación dedicados a garantizar un entorno de transporte conectado seguro, tocando temas como la ciberseguridad de vehículos, ciberseguridad de infraestructuras conectadas y seguridad de comunicaciones entre vehículo e infraestructura.

⁷ What is GDPR, the EU's new data protection law? (Wolford, 2022).

⁸ National Cyber Strategy 2022 UK Cabinet Office. (2022). National Cyber Strategy 2022. <https://www.gov.uk/government/publications/national-cyber-strategy-2022/national-cyber-security-strategy-2022>.



5G

“

todos los países líderes están avanzando en su despliegue, han definido marcos de atribución de frecuencias y han designado banda de espectro para uso no licenciado y para la comunicación intervehicular. ”



Otra dimensión esencial del planeamiento con impacto en la transformación digital del transporte se refiere al **desarrollo de redes de comunicaciones de alta capacidad**. Las políticas públicas relacionadas con esta dimensión incluyen la gestión del espectro radioeléctrico para el uso en comunicaciones inalámbricas, así como los planes e incentivos que apuntan al despliegue de infraestructura de redes de banda ancha fija. En el caso de la gestión de espectro radioeléctrico, todos los países líderes analizados han definido marcos de atribución de frecuencias para el despliegue de redes 5G, así como la designación de banda de espectro para uso no licenciado (como ser aplicaciones de *Wi-Fi* esenciales en casos de uso asociados a la gestión de almacenes, y nodos logísticos), y para la comunicación intervehicular. En términos de la asignación de espectro para el despliegue de 5G, todas han subastado licencias en las bandas de 700 MHz, 3,6 GHz y 28 GHz. A finales del 2021, 49% de la población de la Unión Europea ya estaba siendo servida por infraestructura 5G⁹. En el caso de *Wi-Fi*, Estados Unidos y Corea han designado la totalidad de la banda de 6 GHz para uso libre, mientras que los países europeos aquí analizados se han inclinado por asignar 500 MHz asociados a la parte baja de la banda. En el caso de espectro destinado a la comunicación intervehicular, Estados Unidos designó 30 MHz en la banda de 5,9 GHz para uso de comunicaciones vehiculares (CV2X)¹⁰. En Europa, la totalidad de la banda de 5,9 GHz ha sido asignada para el uso de Sistemas Inteligentes de Transporte.

Adicionalmente, la mayor parte de los países líderes han implementado planes de desarrollo de redes de banda ancha enfocados en el despliegue de tecnologías avanzadas, como FTTx y 5G. Por ejemplo, en el acuerdo de la coalición del gobierno federal de Alemania se ha acordado un despliegue universal de redes de fibra óptica al hogar y redes móviles 5G, con un énfasis en la cobertura de zonas no servidas¹¹. De manera similar, la Agenda Digital Española 2025 establece a la conectividad digital y el despliegue de redes 5G entre sus principales prioridades. Los resultados a la fecha en términos del despliegue de redes en países avanzados son significativos (ver **Cuadro 4.2**).

Cuadro 4.2. ► DESPLIEGUE DE REDES DE TELECOMUNICACIONES (2021)

Países	Cobertura de fibra óptica	Cobertura Redes 5G
Alemania	59,4 %	27,0 %
Corea del Sur	81,6 %	97,0 %
España	62,6 %	64,0 %
Estados Unidos	56,1 %	86,0 %
Francia	35,0 %	19,9 %
Países Bajos	83,8 %	63,9 %
Reino Unido	59,1 %	45,9 %

⁹ (European 5G Observatory, 2022).

¹⁰ FCC modernizes 5.9 GHz band for Wi-Fi and auto safety. (Federal Communications Commission, 2020).

¹¹ (European Commission, 2021).

Fuentes: AIDATE; GSMA Intelligence.



En resumen, **la experiencia de planificación con impacto en el sector de transporte de los países líderes demuestra que la transformación digital no puede ser encarada mediante un solo instrumento, sino que cada plan contribuye en un área particular**: los planes nacionales de transporte reconocen que la digitalización es un elemento fundamental para el desarrollo de la infraestructura con implicancias socioeconómicas clave; los planes subsectoriales permiten enfocar desafíos y planes de acción con el nivel de detalle requerido para su implementación. Finalmente, los planes transversales en tecnologías específicas contribuyen a generar intervenciones en áreas críticas para avanzar en la transformación del sector. En particular, la experiencia de países líderes permite identificar una serie de mejores prácticas con relación a la planificación de la transformación digital del transporte a considerar por los gobiernos de ALC (ver **Cuadro 4.3**).

Cuadro 4.3. ► MEJORES PRÁCTICAS EN LA PLANIFICACIÓN DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL TRANSPORTE

INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN	MEJORES PRÁCTICAS
Planes Nacionales del Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Inclusión de la transformación digital como elemento central para el desarrollo del sector • Desarrollo del plan basado en un proceso de consulta con los sectores público, privado, académico y la sociedad civil
Planes para áreas específicas del transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Gran disponibilidad de planes específicos para movilidad urbana, logística y transporte aéreo • Basados en la noción de la transformación profunda que supone la digitalización • Inclusión de hojas de ruta para la implementación de acciones, identificando aquellas a realizar por los sectores público y privado • Planes para el desarrollo e implementación de tecnologías específicas en el sector, con la participación privada, incluyendo a la movilidad eléctrica y autónoma
Planes de digitalización	<ul style="list-style-type: none"> • Estrategias nacionales de digitalización que ayudan a definir de manera clara los ejes de intervención de la transformación digital sectorial, particularmente en lo referido a la innovación tecnológica
Planes transversales con impacto en el transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Agendas digitales que identifican al transporte entre sectores prioritarios • Estrategias de ciberseguridad que miran al transporte como elemento crítico de la seguridad y formulan recomendaciones • Planes para el desarrollo de redes de telecomunicaciones de alta capacidad

Fuente: Autores.



4.3

Uso de instrumentos de política pública para fomentar la transformación digital del transporte

Un aspecto importante en los países líderes es que la identificación de la transformación digital como objetivo para el transporte está acompañada del **diseño de políticas públicas que combinan instrumentos para promover el desarrollo y la adopción de nuevas tecnologías**. Los instrumentos de política pública utilizados están orientados a **resolver desafíos en cuatro áreas**:

- **Definición de políticas en el marco de incertidumbre:** Las decisiones de política que se toman hoy tienen consecuencias a largo plazo. Sin embargo, el futuro en el que estas decisiones repercutirán es incierto, sobre todo en lo referido al cambio tecnológico y al impacto del mismo¹². En este contexto, los gobiernos deben adoptar prácticas que les permitan definir políticas públicas con un suficiente grado de flexibilidad, anticipando posibles o probables escenarios de desarrollo y adopción.
- **Incentivos para superar barreras a la transformación digital:** Aun en un marco de políticas adecuadas, la digitalización del transporte puede enfrentar barreras a la transformación debido a la falta de recursos humanos (ausencia de profesionales con la experiencia requerida en el manejo de tecnologías digitales avanzadas en el sector público, baja disponibilidad de capital humano para afrontar la transformación digital en el sector privado) o financiamiento limitado para la adquisición tecnológica. El objetivo en esta área es generar mecanismos que permitan resolver dichos obstáculos.
- **Incentivos para resolver potenciales fallos de coordinación entre actores del ecosistema del transporte:** La transformación digital del transporte requiere la alineación de objetivos y planes entre una multiplicidad de actores (operadores privados, agencias públicas del gobierno central y gobiernos locales). Fallos de coordinación pueden ocurrir si estos actores no llegan a acuerdos en iniciativas a ser implementadas. Como ejemplo, un área crítica en la transformación digital es el intercambio de datos para el monitoreo y eficiencia de los sistemas de transporte urbano. Ello requiere que todos los operadores del ecosistema del transporte, ya sea proveedores de servicio, agregadores de información, agencias de recaudo, agencias regionales de transporte o autoridades locales, implementen sistemas de captura e intercambio de datos, y que tales sistemas sean interoperables. Sin embargo, la complejidad reside en el hecho de que, por razones institucionales o de estructura del mercado de transporte, los proveedores de servicios transporte urbano, tanto públicos como privados, tienen pocos incentivos o capacidad para la implementación de tales sistemas. Barreras similares existen en el segmento logístico emergiendo, por ejemplo, los desafíos en la implementación de Sistemas

¹² Como evidencia, el desarrollo de la regulación de vehículos autónomos está procediendo simultáneamente a la investigación en algoritmos de inteligencia artificial que permitan resolver aspectos como la detección de objetos no conocidos por tales algoritmos, a fin de garantizar la seguridad vial (Calatayud et al., 2020).



de Comunidad Portuaria, donde intervienen múltiples actores de diferentes sectores y con intereses e incentivos divergentes. De esta manera, el propósito en esta área es definir incentivos y proveer los medios para que todos los actores del ecosistema acuerden compartir información.

- **Promoción y educación sobre la digitalización del transporte:** Como todo proceso de difusión tecnológica, la transformación digital del transporte requiere la adecuación de los conocimientos técnicos para satisfacer la demanda de nuevos perfiles en el sector, así como la realización de campañas de educación permanente, para que la población pueda comprender en todo su dimensionamiento los beneficios y desafíos de las tecnologías y las políticas que serán o están siendo implementadas.

3 instrumentos para reducir incertidumbre: estudios prospectivos y consultas públicas, sandbox regulatorio e intercambio de buenas prácticas internacionales.

4.3.1 Instrumentos para la definición de políticas en un marco de incertidumbre

La reducción de incertidumbre en la definición de políticas públicas respecto de la transformación digital del transporte en países líderes es alcanzada mediante **tres tipos de instrumentos**: (i) estudios prospectivos combinados con consultas públicas; (ii) *sandboxes* regulatorios; y (iii) monitoreo e intercambio de buenas prácticas a nivel internacional.

Los **estudios prospectivos y el desarrollo de escenarios** ayudan a pensar estratégicamente en los objetivos, las oportunidades, los retos y las acciones a largo plazo en materia de transformación digital, teniendo en cuenta áreas prioritarias de política pública como la promoción de la descarbonización, la equidad en el acceso al transporte, la competitividad de la economía y la seguridad. En el caso del Reino Unido, por ejemplo, el Departamento de Transporte encargó desde 2018¹³ estudios de desafíos para diferentes sectores de la población frente a los cambios tecnológicos en la movilidad, con vistas a definir estrategias de accesibilidad y asequibilidad para los grupos más vulnerables, mitigando riesgos de exclusión por barreras etarias, étnicas, de género y discapacidad. Asimismo, los estudios relacionados con transporte marítimo, que derivaron en la estrategia *Maritime 2050* (DfT UK, 2019a), concluyeron que era clave que el gobierno focalizara sus intervenciones de transformación digital en lograr los siguientes objetivos: (i) promover el uso de energías limpias; (ii) reforzar la seguridad; y (iii) posicionar al país como líder en el sector para atraer inversiones externas. En Estados Unidos, la FAA, bajo autorización presupuestaria provista por el Congreso, realiza investigaciones acerca de temas considerados clave e innovadores para sector aéreo, como la modernización de sistema aéreo nacional (NextGen, por sus siglas en inglés) y la Movilidad Aérea Avanzada (Federal Aviation Administration & United States, n.d.). Los programas de investigación son realizados con la participación del sector privado y de la academia, bajo grupos de discusión que abordan diferentes agendas. Así, la realización de estudios prospectivos es un instrumento interesante para capitalizar el conocimiento presente en los sectores

¹³ DfT UK (2020a).



académico y privado, y estrechar la colaboración desde un momento temprano en el diseño de políticas públicas. El formato más común utilizado para ello es el llamado a presentar propuestas de estudios a ser financiados con presupuesto de las agencias del sector.

Los estudios prospectivos deben complementarse con **investigación de impactos sociales potenciales**. En todos los países analizados, la seguridad, especialmente en el campo de la autonomía vehicular, aunque también en MaaS y en micromovilidad, es el criterio dominante en el diseño e implementación de políticas de digitalización. Más allá de las consideraciones técnicas, el concepto de seguridad debe ser abordado en función de la aceptabilidad de riesgos por parte del público. Por ello, el futuro del transporte va a depender de un entendimiento de la dinámica social de adopción y uso de la población. Una política robusta de **consultas públicas para entender el comportamiento y aceptabilidad** dentro de la sociedad permite tomar decisiones pragmáticas, que no generen una reacción adversa del público y que, en última instancia, lleven a perder oportunidades para avance o innovación.

Las consultas abiertas brindan **transparencia en el desarrollo de políticas públicas**, especialmente en el caso de un servicio público como es la movilidad. La realización de consultas permite conocer la perspectiva de las partes interesadas, mapear los conocimientos que pueden faltar al gobierno y entender cómo afinar la regulación cuando es necesario, así como evitar el exceso de regulación que podría obstaculizar la innovación o las soluciones desde el mercado. Entre los mecanismos usuales de consulta se encuentran ejemplos de *focus groups*, encuestas, consultas abiertas y eventos de participación ciudadana. Por ejemplo, el Departamento de Transporte del Reino Unido ha encargado estudios sobre el conocimiento y las actitudes del público respecto a las tecnologías de transporte actuales, emergentes y futuras. El objetivo es apoyar las estrategias de divulgación hacia el público y comprender las resistencias o el desconocimiento frente a los futuros cambios en el sistema de transporte (ver **Recuadro 4.1**).

La realización de estudios y consultas implica contar con una dotación de recursos para poder ejecutarlos. Los casos de Estados Unidos y Reino Unido son paradigmáticos en este sentido, dado que las agencias del sector cuentan con **líneas de presupuesto dedicadas a la investigación y la comunicación, con proyectos usualmente asignados mediante llamado a concurso**.

Recuadro 4.1. ► PERCEPCIÓN PÚBLICA Y DIGITALIZACIÓN DEL TRANSPORTE

El gobierno del Reino Unido ha comisionado cuatro grandes estudios sobre la percepción de la población respecto a las nuevas tecnologías en transporte. El primer estudio, *Transport and Technology: Public Attitudes Tracker*¹⁴, consiste en encuestas periódicas sobre el conocimiento y las actitudes del público respecto a las tecnologías de transporte actuales, emergentes y futuras, incluyendo la propiedad de automóviles y la conectividad,

¹⁴ Department for Transport & United Kingdom (2018).



los vehículos eléctricos, los vehículos autónomos (AV) y las características de asistencia al conductor, los drones, MaaS, el viaje compartido, el turismo espacial y los taxis voladores. El segundo estudio, *Shared Mobility*¹⁵, utilizó entrevistas para explorar por qué los usuarios actuales del transporte compartido eligen este modo y cómo sopesan sus decisiones para diferentes viajes. El tercero, *Future of Transport: User Study*¹⁶, identifica las características de los consumidores, las barreras y las motivaciones asociadas a la adopción de diferentes tecnologías de transporte nuevas y emergentes. Las características estudiadas incluyeron la demografía, las actitudes y las intenciones de uso de nuevos modos de transporte, el comportamiento típico de viaje y la ubicación geográfica. El cuarto estudio, *Future of transport: deliberative research*¹⁷, fue realizado para explorar las percepciones sobre la seguridad de los vehículos conectados y AV, e identificar los requisitos mínimos de seguridad y las garantías necesarias para tener la confianza del público. También indagó sobre el papel de MaaS en fomentar comportamientos de viaje más sostenibles y las barreras e incentivos para promover la movilidad compartida en un mundo post COVID-19.

Fuente: Autores.

El segundo instrumento utilizado por los países líderes es el **sandbox regulatorio**. El modelo tradicional de desarrollo de marcos regulatorios, basado en normas complejas, fragmentadas institucionalmente y con larga duración del ciclo de definición no se adapta a los nuevos modelos disruptivos que caracterizan al ecosistema digital y, por ende, a la digitalización del transporte. Esto implica un verdadero desafío para los formuladores de política pública (Rodríguez et al., 2021). Para superar estas barreras, reguladores en países líderes han implementado el esquema de *sandbox* regulatorio. Los *sandboxes* son espacios técnicos, físicos y/o legales de experimentación flexibles, para promover la innovación dentro de un entorno seguro, con una regulación más laxa y minimizando el riesgo hacia los consumidores finales y el resto del ecosistema. Esta metodología permite realizar evaluaciones cuasi-experimental de innovaciones bajo el control de autoridades regulatorias, así como reducir el tiempo y costo de pruebas, cuantificar el impacto socio-económico y supervisar la respuesta de usuarios y proveedores de servicio.

El uso de *sandboxes* regulatorios en los países líderes está considerablemente difundido en el caso de AV (Alemania, Países Bajos, Reino Unido, Estados Unidos, y Corea). El *sandbox* de Movilidad bajo Demanda de la Administración Federal de Tránsito (FTA, por su nombre en inglés) de Estados Unidos investiga una serie de opciones de movilidad, desde los sistemas para compartir bicicletas y automóviles particulares hasta los servicios de autobús a demanda, automatizados, o microtránsito, entre otras innovaciones (Federal Transit Administration, 2021)¹⁸. El programa integra los sistemas de pago como parte de un conjunto de conceptos, tecnologías y soluciones con el potencial de avanzar en la visión de movilidad integral, que se encuentra en el centro de los esfuerzos de investigación de la FTA. Los usuarios del *sandbox* son los proveedores de transporte público, incluidas las agencias de transporte público y los Departamentos de Transporte de los gobiernos estatales y locales. En Alemania, los *sandboxes* han sido usados en diversos sectores y cuentan con una estrategia integrada federal

¹⁵ Department for Transport & United Kingdom (2020b).

¹⁶ Department for Transport & United Kingdom (2020b).

¹⁷ Department for Transport & United Kingdom (2021b).

¹⁸ Los esfuerzos de la FTA en materia de movilidad bajo demanda continuaron en el marco del programa de Movilidad Integrada en marzo de 2020, y, más recientemente, con la iniciativa *Enhancing Mobility Innovation*.



desarrollada por el Ministerio de Economía. En el caso de transporte, el proyecto de transporte autónomo eléctrico de Hamburgo (HEAT) utiliza un *sandbox* regulatorio para investigar el impacto de minibuses eléctricos autónomos en el transporte de pasajeros en las vías urbanas.¹⁹ Esta metodología también ha sido usada en Corea, donde se creó un mecanismo de *sandbox* regulatorio como parte integrada del Plan de Ciudades Inteligentes, mediante el cual proyectos específicos pueden recibir exenciones para soluciones relacionadas a AV o drones. Los proyectos son evaluados por el Agencia Coreana para el Avance Tecnológico de las Infraestructuras según criterios de seguridad y contribución a los objetivos del Plan de Ciudades Inteligentes. Si son aprobados, tienen un primer período de cuatro años para su estudio, al igual que una serie de incentivos fiscales y financieros, incluyendo el acceso a un fondo de innovación y tasas preferenciales para préstamos (KAIA, 2019). En el Reino Unido, el Hub de innovación de la Autoridad de Aviación Civil está operando un *sandbox* regulatorio sobre el Futuro de la Movilidad Aérea (Civil Aviation Authority & United Kingdom, 2021), con casos que abordan movilidad aérea, urbana o interurbana. Este *sandbox* ya publicó los resultados de su primera fase, incluyendo un mapeo de regulaciones que necesitan ser cambiadas para habilitar el mayor despliegue de la tecnología.

Finalmente, es común en los países líderes impulsar o participar en **programas de asociación formal o en intercambios informales de cooperación** para aprovechar la experiencia de otras naciones, coordinar políticas y cambios regulatorios, y resolver problemas de interoperabilidad transfronteriza, como sucede en el caso de estándares. Esto es realizado de manera bilateral o mediante el apoyo de organizaciones internacionales. Por ejemplo, las agencias de aviación civil de estas naciones participan de manera activa en el debate y la elaboración de recomendaciones sobre drones e interoperabilidad de sistemas aeronáuticos, entre otros temas, que tienen lugar en el marco de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). De la misma manera, la Comisión Económica de Naciones Unidas para Europa ha coordinado el trabajo de varios países de este continente en el área de estandarización de datos²⁰.

Un aspecto importante que está relacionado con el contexto de incertidumbre en el que se desarrollan las políticas públicas se refiere a que, **independientemente de las necesidades de ajuste que surjan durante las fases de planificación y gestión de programas, deben existir principios y directrices que guíen la transformación digital**. Usualmente, estos lineamientos se encuentran en los planes sectoriales y están relacionados con los objetivos generales de eficiencia, sostenibilidad e inclusión del sector. De manera práctica, esto se traduce en que, por ejemplo, si se requieren ajustes regulatorios a medida que evolucionan las tecnologías y se tiene mayor conocimiento de ellas a través de los *sandboxes* regulatorios, esas modificaciones deben observar los principios generales establecidos. En este sentido, para el caso de la movilidad urbana, el marco estratégico desarrollado por el Reino Unido²¹ señala las siguientes directrices:

- Los nuevos modos de transporte y los nuevos servicios de movilidad deben ser seguros por su diseño.

¹⁹ Erneubar Mobil (2018).

²⁰ Standards and metadata (UNECE, n.d.).

²¹ Future of mobility: urban strategy (Department for Transport & United Kingdom, 2019d).



Independientemente de las acciones específicas, deben existir principios y directrices que guíen la política pública en materia de transformación digital.

- Los beneficios de las innovaciones en movilidad deben estar disponibles en todas partes del país y todos los segmentos de la sociedad.
- Los desplazamientos a pie, en bicicleta y activos deben seguir siendo las mejores opciones para los desplazamientos urbanos cortos.
- El transporte masivo debe seguir siendo fundamental para un sistema de transporte eficiente.
- Los nuevos servicios de movilidad deben liderar la transición hacia las emisiones cero.
- La innovación debe contribuir a reducir la congestión mediante un uso más eficiente del espacio vial limitado, por ejemplo, compartiendo viajes, aumentando la ocupación o la consolidación de la carga.
- El mercado de la movilidad debe ser abierto para estimular la innovación y ofrecer las mejores opciones a los usuarios.
- Los nuevos servicios de movilidad deben estar diseñados para funcionar como parte de un sistema de transporte integrado que combine los modos públicos, privados y múltiples.
- Los datos de los nuevos servicios de movilidad deben ser compartidos cuando sea necesario para mejorar la elección y el funcionamiento del sistema de transporte.

De la misma manera, la Administración Federal de Carreteras (FHWA, por sus siglas en inglés) señala los siguientes elementos como guía para el diseño de políticas sobre movilidad compartida: (i) inclusión de la movilidad compartida como componente de la planificación y regulación del transporte; (ii) promoción de la integración física y tarifaria de los servicios de movilidad compartida a los sistemas de transporte público; (iii) determinación de estándares y definiciones sobre la movilidad compartida; (iv) regulación para asegurar la accesibilidad y equidad para los usuarios de transporte; (v) obtención de datos para la planificación del transporte y la evaluación los impactos operativos, económicos y sociales de estos servicios; y (vi) protección de la seguridad física y de la privacidad de los usuarios (FHWA & USA, 2016). En materia de transporte aéreo, un aspecto importante de la experiencia de, entre otros, Estados Unidos y los países europeos, y que puede extrapolarse a otros segmentos del transporte, es el **viraje de regulaciones prescriptivas hacia regulaciones basadas en desempeño, sobre la base de garantizar a los sistemas de transporte niveles mínimos de seguridad para estar aptos a operar.**



4.3.2 Incentivos para superar barreras a la transformación digital

En el **Capítulo 3** señalamos las dificultades que enfrentan las empresas de menor tamaño para avanzar en su transformación digital. Sin embargo, estas empresas constituyen actores importantes en el sector, tanto desde el punto de vista de la eficiencia y sostenibilidad integral de los sistemas de transporte, como desde la perspectiva económica y de inclusión laboral. Datos de 2021 para Alemania y el Reino Unido, por ejemplo, sugieren que la participación de PyME en el sector transporte y almacenamiento asciende al 99,9% (Department for Business & United Kingdom, 2021). Esta importancia hace necesario acelerar su proceso de transformación digital. Las principales barreras a la adopción de tecnologías digitales incluyen conocimiento, capacidades limitadas y escasa disponibilidad de recursos. Para afrontar estos obstáculos, los gobiernos de países avanzados han puesto en marcha **programas tanto sectoriales y como generales para las PyME de todo el sector productivo**, que se concentran en **tres ejes de acción**:

- Despliegue de **centros tecnológicos** para la promoción de prácticas relacionadas con la digitalización de procesos industriales, la investigación de tecnologías digitales y la realización de pilotos, incluyendo al sector de transporte.
- **Difusión de conocimiento** al sector privado sobre las ventajas asociadas con conceptos de transformación digital, como el aumento de la productividad y la expansión de mercados, y la manera de encarar la transformación.
- Incentivos a la digitalización de procesos mediante el otorgamiento de **préstamos a baja tasa de interés o deducciones impositivas**, por ejemplo, para la reconversión de flota.

Respecto a este último punto, muchos de los programas de recuperación económica luego de la pandemia de COVID-19 incluyen al sector como beneficiario de exenciones fiscales y préstamos a tasas subsidiadas para avanzar en la transformación digital, reconociendo la importancia de esta transformación para la recuperación. Por ejemplo, los recursos dedicados en el Plan de Orientación de las Movilidades de Francia ascienden a EUR 13,4 millones. Estos pueden ser utilizados para financiar proyectos de restructuración y adopción tecnológica, entre los cuales se encuentran reconvertir flotas y equipamientos hacia fuentes más sostenibles y modernas.

Además de los programas de recuperación post-pandemia, la mayoría de los países avanzados provee esquemas de financiamiento que pueden ser usados para la implementación de iniciativas de digitalización por parte de las PyME del transporte. Por ejemplo, en Estados Unidos la exención impositiva para la investigación y experimentación (*Research and Experimentation Tax Credit*)²² permite a empresas deducir gastos en I+D, lo que representa un subsidio implícito a la reducción de costos asociados con la transformación digital. En Alemania, el programa de Innovación Integral para PyME, liderado por el Ministerio de Asuntos Económicos y

²² What is the Research and Experimentation Tax Credit? (Akabas & Collins, 2014).



Energía, otorga ayudas no reembolsables a empresas con menos de 500 operarios destinadas a mejorar productos, procesos o servicios técnicos. Adicionalmente, el *ERP Innovation Program*²³ ofrece préstamos de hasta US\$7 millones a bajas tasas de interés a empresas privadas que tienen dificultad para acceder a préstamos para iniciativas innovadoras.

Unido a los incentivos económicos, varios de los países estudiados han desarrollado **hojas de ruta o guías para ayudar a las PyME en su transformación digital**. Si bien los casos específicos para el transporte son escasos, pueden servir como buen ejemplo los realizados en materia de Industria 4.0, como la guía de transformación desarrollada por el Instituto de Diseño e Innovación de Manufactura Digital de Estados Unidos. Un esfuerzo similar fue desplegado por la Academia de Ciencias e Ingeniería Alemana, que culminó en el lanzamiento de un índice de madurez de Industria 4.0, el cual describe un sendero de desarrollo de seis etapas, que lleva una empresa desde la capacidad de implementación de digitalización básica a la posibilidad de realizar diagnósticos de producción en tiempo real y anticipar cambios en la demanda, optimizando el funcionamiento de sus operaciones (Calatayud & Katz, 2019).

4.3.3 Incentivos para resolver potenciales fallos de coordinación entre actores del ecosistema del transporte

Existen fallos de coordinación entre los actores del sector privado que generan obstáculos para avanzar en la transformación digital del transporte. Estos se refieren especialmente a la reticencia para intercambiar información y a la dificultad de coordinar el ritmo de transformación digital de los actores del sector. Respecto al intercambio de información, entre las razones que la obstaculizan se encuentran la búsqueda de ventajas frente a competidores, la falta de transparencia para evitar fiscalizaciones públicas o de cumplimiento de contratos privados, y los costos de los procesos para generar y compartir datos. En estos casos, los incentivos más utilizados por los gobiernos ha sido la creación de **políticas y regulaciones que impulsan la apertura de datos**, como fuente de generación de eficiencia, transparencia e inclusión en el sector. Ello implica **adoptar estándares o normas** de manera temprana. La experiencia del Reino Unido en la movilidad urbana es paradigmática en términos de los incentivos para la compartición de datos de transporte público, en un contexto donde los proveedores de servicio son privados. El Octavo Informe del Comité de Transporte del Parlamento Inglés sobre Movilidad como Servicio plantea el concepto de *no data, no service*, que obliga a todos los operadores de transporte público a compartir datos si quieren prestar un servicio en una zona determinada (Transport Committee, 2018). Este principio fue retomado en el Plan de Acción Conjunto de Datos Ferroviarios y en el Reglamento de Vehículos de Servicio Público.

²³ Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action (n.d.).



99,9%

“

de las empresas de transporte son PyME y tienen menor nivel de avance en la transformación digital, por lo que los países líderes están focalizando acciones para este segmento. ”



Políticas y regulaciones para la apertura de datos son clave para resolver fallos de coordinación y facilitar compartir información.

Otra área donde los gobiernos contribuyen a resolver fallos de coordinación es en el **desarrollo de estándares para la comunicación de datos**, lo que facilita la interoperabilidad entre plataformas y sistemas tecnológicos. Ello es clave, por ejemplo, para lograr la transmisión de datos entre actores de una cadena logística que pueden estar utilizando sistemas desarrollados por diferentes proveedores de tecnología. Si bien es común que consorcios industriales de empresas del sector privado inicien el desarrollo de estándares por sí solos, los gobiernos juegan un papel importante en la definición de normas. En general, el objetivo no solo es facilitar la conectividad entre dispositivos y plataformas, sino favorecer la adopción de estándares abiertos, a fin de no excluir a los actores medianos y pequeños, y disminuir los costos de adopción de tecnología mediante la integración de ecosistemas amplios de proveedores de soluciones.

El abordaje seguido por los gobiernos para promocionar la adopción de estándares es variado. Ciertos países encaran el desarrollo de estándares de datos de manera centralizada y vertical, en un proceso liderado por el gobierno. En otros casos como Estados Unidos, es el sector privado quien asume un papel preeminente, con el gobierno acompañando el proceso y elaborando el marco legal una vez que las normas han sido definidas. En este último caso, el *Internet Industrial Consortium* (IIC) de Estados Unidos define estándares de datos para las industrias de energía, salud, manufactura y transporte. Esta tarea incluye el desarrollo de arquitecturas de referencia, marcos teóricos y estándares abiertos para facilitar la interoperabilidad entre sistemas industriales. Entre estos dos casos, algunos gobiernos involucran al sector privado desde el inicio del programa de definición de estándares, creando un marco colaborativo sustentado por una relación estrecha entre los sectores público y privado. Por ejemplo, el gobierno de Corea, basándose en la autoridad de la Agencia Coreana de Estándares y Tecnología (KATS), ha definido un programa estructurado con cada sector industrial, involucrando al sector privado en los trabajos de definición. En el caso de Alemania, la definición de estándares para Industria 4.0 está guiado por el Ministerio de Asuntos Económicos y Energía y el Ministerio de Educación e Investigación, al tiempo que representantes del sector privado, universidades y sindicatos participan en las mesas de trabajo.

Respecto a la necesidad de **estimular el ritmo de transformación digital a nivel sectorial y subsectorial**, los planes nacionales y sectoriales, los programas de exenciones fiscales y financiamiento a tasa subsidiada, las ayudas no reembolsables, el despliegue de centros de tecnología y la sensibilización sobre los beneficios de la transformación digital son los instrumentos más utilizados por los países avanzados. Una gran mayoría apunta a la logística y al transporte público donde, por la multiplicidad de actores que participan en estos subsectores y el diferente tamaño de las empresas, surgen varias velocidades en la transformación digital.



No olvidar a la población: se requieren campañas de educación y sensibilización sobre las nuevas tecnologías y sus impactos en el transporte.

4.3.4 Promoción y educación sobre la digitalización del transporte

Un problema más difícil de resolver es el de **reclutamiento de talento** para el desarrollo de tecnologías y para la transformación digital de proveedores de servicio. La **brecha de capital humano en la transformación digital** de procesos productivos ha sido ampliamente documentada no solo en países en vías de desarrollo sino también en naciones avanzadas ²⁴. Esta es un área donde los **planes de desarrollo de tecnologías específicas** mencionados arriba resultan críticos. Por ejemplo, en Francia la Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial llevó a la creación del Instituto Francés de Investigación en Ciencias de la Computación y Automatización (INRIA)²⁵. INRIA comprende nueve centros de investigación universitarios, entre los que se cuentan la Universidad de Bordeaux, la Universidad de Grenoble, la Sorbona, la Universidad de Sophia Antipolis y la Universidad de París Saclay. La organización nuclea a 3.000 investigadores alrededor de 200 equipos de trabajo y ha incubado 200 *startups* desde 1984. Entre las áreas de investigación se incluyen la transformación digital de organizaciones gubernamentales, la digitalización de PyME mediante la provisión de software abierto y la regulación de algoritmos en plataformas web. Alternativamente, si bien no existen experiencias de planes de formación específica en áreas de la digitalización del transporte, la experiencia alemana de formación en tecnologías 4.0 genera un efecto derrame en el sector. El Centro Alemán de Investigación en Inteligencia Artificial (DFKI), con financiamiento del Ministerio Federal de Educación e Investigación, ofrece capacitación intensiva en tecnologías digitales y mentoría a estudiantes de Maestría y Doctorado con alto potencial. El programa les permite trabajar en proyectos del sector privado para desarrollar capacidades de alto nivel en el sector TIC. Por su parte, ya comienzan a vislumbrarse experiencias de países líderes para la formación de talento para la digitalización del transporte. La Administración Federal de Tránsito de Estados Unidos provee apoyo financiero al *Transit Workforce Center* (TWC) para apoyar directamente el desarrollo de la fuerza laboral del transporte público. Su misión es ayudar a las agencias de transporte a reclutar, contratar, formar y retener la fuerza de trabajo en el transporte público mediante actividades de asistencia técnica orientadas a desarrollar las aptitudes de los trabajadores del sector, incluyendo habilidades tecnológicas que preparen a esta fuerza laboral para el transporte del futuro.

La clave en la implementación exitosa de programas de digitalización del transporte reside en asegurarse de que los calendarios de lanzamiento de iniciativas, proyectos o tecnologías vayan de la mano del conocimiento o familiaridad por parte de la ciudadanía. La transformación digital del transporte requiere la realización de **campañas de educación permanente**, para sensibilizar a la población en general sobre las nuevas tecnologías y los impactos en el sector, e informar sobre los programas de digitalización del transporte que serán o están siendo implementados. Un ejemplo de comunicación directa al público fue la campaña “Diálogo Abierto de Movilidad” del Ministerio de Transportes español, para motivar el diálogo en la sociedad civil alrededor de las transformaciones contenidas en la Estrategia

²⁴ Se pueden consultar los múltiples estudios del CEDEFOP o Centro Europeo para el Desarrollo de la Formación Profesional como *Empowering adults through upskilling and reskilling pathways* (Vol. 1, Rep.) (CEDEFOP, 2020); o *Germany: Adult population with potential for upskilling and reskilling* (CEDEFOP, 2019). Al igual que la nueva agenda de competencias digitales europea (European Commission, 2016).

²⁵ Inria (n.d.).



de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030. La campaña se estructuró en semanas temáticas con múltiples eventos y con herramientas de participación pública como encuestas y laboratorios de ideas. Entre estas, se organizó una Semana de la Digitalización y la Movilidad como Servicio, y otra sobre drones y vehículos conectados y autónomos.

Otro espacio de comunicación hacia la industria y la población es la **participación de representantes gubernamentales en conferencias sectoriales**. Los premios de innovación como el alemán *German Mobility Award* o el premio “María Bernaldo de Quirós” a la mejor carrera profesional de una mujer en el sector del transporte, son también un medio preferido de comunicación indirecta por parte de gobiernos, ya que permiten resaltar prioridades estratégicas e identificar actores pujantes en los ecosistemas de innovación de transporte.

En resumen y como ilustrado en el Cuadro 4.4, **la experiencia de países avanzados demuestra el uso de múltiples instrumentos de política pública para promover la digitalización del transporte**.

Cuadro 4.4. ► MEJORES PRÁCTICAS EN EL USO DE INSTRUMENTOS DE POLÍTICA PÚBLICA PARA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL TRANSPORTE

DESAFÍOS DE POLÍTICA PÚBLICA	MEJORES PRÁCTICAS
Incertidumbre en la definición de políticas adecuadas	<ul style="list-style-type: none"> Estudios prospectivos y escenarios de desarrollo de la digitalización del transporte, con insumos del sector privado, la academia y la sociedad civil Estudios de impacto de comportamiento social sobre adopción y uso de plataformas digitales <i>Sandboxes</i> regulatorios Cooperación internacional para acceder a experiencias Definición de principios y directrices que guían la transformación digital del transporte, para generar un marco de formulación de políticas públicas preservando flexibilidad y neutralidad tecnológica
Barreras a la transformación digital	<ul style="list-style-type: none"> Creación o apoyo al desarrollo de centros tecnológicos para el sector o segmentos del mismo Campañas de difusión de conocimiento al sector privado sobre los beneficios de la transformación digital Exenciones impositivas Financiamiento a tasa subsidiada Ayudas no reembolsables



DESAFÍOS DE POLÍTICA PÚBLICA	MEJORES PRÁCTICAS
Fallos de coordinación entre actores del ecosistema del transporte	<ul style="list-style-type: none"> Obligaciones legales de compartición de datos Adopción de estándares y normas Identificación de segmentos rezagados y combinación de instrumentos para incentivar el cambio tecnológico
Falta de talento y de conocimiento sobre la transformación digital del sector	<ul style="list-style-type: none"> Programas y centros de formación sobre tecnologías 4.0 Campañas de educación permanente Eventos dedicados al sector o de corte tecnológico con participación de altos responsables gubernamentales

Fuente: Autores.



4.4 Fortalecimiento de las instituciones y procesos sectoriales para la transformación digital

El diseño de políticas de digitalización del transporte requiere una **actualización de las capacidades de los tomadores de decisiones**, tanto en el ámbito de la planificación, como en regulación, gestión y supervisión. Un aspecto importante relacionado propiamente con el sector público es que no sólo establece el marco institucional y normativo para el transporte, sino que también provee por sí mismo algunos servicios. Por ejemplo, el sector público es quien debe gestionar el tráfico en las redes urbanas, para maximizar su capacidad. También, es quien realiza las actividades de control de carga, de cuya eficiencia depende el nivel de desempeño del transporte internacional. En este sentido, todos los países analizados están avanzando en **digitalizar trámites y perfeccionar la gestión tecnológica de los activos de infraestructura**. Algunos ejemplos para el sector son los Sistemas de Comunidades Portuarias, donde ya se encuentran digitalizados los trámites requeridos por las autoridades de transporte; o los centros de control de la movilidad urbana, que permiten ajustar de manera dinámica la capacidad de servicios e infraestructura de transporte de acuerdo con su demanda.

Con este propósito, los países líderes han adoptado al menos cuatro acciones. La primera es **la incorporación de perfiles relacionados con tecnología, la creación de equipos especializados con dotación presupuestaria para realizar proyectos y la capacitación de su personal en general**. Por ejemplo, los Departamentos de Transporte estatales de Estados Unidos han creado las figuras de *Chief Information Officer* (CIO) para la dirección en la definición y ejecución de estrategias de transformación digital propia de las instituciones. Así, una buena práctica de este caso es que la mayoría de



los Departamentos de Transporte ya cuentan con una estrategia de transformación digital interna y con personal y presupuesto asignado para la ejecución de la misma (ver **Recuadro 4.2**). Lo mismo sucede a nivel subsectorial, como en los casos de las Autoridades Portuarias de Amberes y Hamburgo, y en las Secretarías de Movilidad de Londres y Nueva York. Un aspecto interesante que se desprende de estas experiencias es la conformación de grupos de trabajo más interdisciplinarios, con perfiles que provienen de la informática, la estadística y la física, además de los de ingeniería, que han sido tradicionalmente más requeridos en el sector.

Recuadro 4.2. ► CDOs Y CIOs EN LA POLÍTICA FEDERAL DE TRANSPORTE DE LOS ESTADOS UNIDOS: DIGITALIZACIÓN DESDE EL LIDERAZGO

En los últimos años, un número cada vez mayor de organismos federales y de departamentos de transporte estatales en Estados Unidos ha nombrado a un director de datos o *Chief Data Officer* (CDO), para diseñar estrategias de recolección, gestión y compartición de sus datos, tomando a los datos como un activo. Bajo esta perspectiva, los datos son examinados internamente para obtener nuevos conocimientos e impulsar la eficiencia, y son también compartidos tanto con los ciudadanos como con las empresas y el ecosistema emprendedor. La Estrategia Federal de Datos de 2018 aceleró la aparición de este rol en las organizaciones. Los CIO y los CDO suelen tener funciones similares o superpuestas, y los dos roles tienen un consejo a nivel nacional que reúne a sus miembros. Estos consejos fungen como foros para compartir mejores prácticas entre las agencias del gobierno y monitorear el avance en la gestión de datos e información. El consejo federal de CDO reúne a los jefes de datos del gobierno y comenzó sus primeras reuniones formales en 2020, mientras que el consejo de CIO existe desde 2012. Ambas organizaciones han lanzado guías prácticas, como *CDO Playbook* y *Chief Information Officers Council Handbook*, que pueden ser el punto de partida para la creación de puestos similares en otros gobiernos, porque explican las responsabilidades, oportunidades y marco legal de acción de estos funcionarios.

Frente a esas transformaciones, organismos federales de gobernanza de transporte como el *National Cooperative Highway Research Program* junto con la Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras y Transportes Estatales, han creado un programa para apoyar la transformación digital en los empleados de los departamentos de transporte: Grupo de trabajo conjunto sobre la gestión del impacto de la digitalización en las plantillas de los Departamentos de Transporte de los diferentes estados. De este proyecto han salido recomendaciones de gestión de datos como:

- Mantener los grupos de gobernanza de datos pequeños
- Dejar que la gobernanza de datos crezca orgánicamente
- Se necesita un responsable o líder dentro de las organizaciones para llevar a cabo la gobernanza de datos
- Transferir el conocimiento de los expertos que se jubilan a la nueva generación
- Las responsabilidades del CDO no se pueden cumplir con una asignación a tiempo parcial
- Definir un papel claro para la tecnología de la información y asegurar la alineación de los procesos organizativos y la tecnología



- Crear un compromiso ejecutivo en cada paso
- Realizar publicidad y *marketing* internos para cambiar la cultura, la plantilla y los procedimientos
- Definir el ciclo de vida de los datos

Ejemplo de las acciones de estos liderazgos centrados en tecnología pueden ser el Plan Estratégico de IT 2020-2022, del Departamento de Transporte de Virginia, que aborda conceptos técnicos y mejoras concretas como la transición a uso de servicios en la nube en los programas de tecnología de la información del Departamento. El Departamento de Transporte de Minnesota tiene cuatro formaciones obligatorias relacionadas con los datos, con un programa de formación de manejo de datos completo, por fases y con módulos dirigidos a audiencias específicas, al igual que el Departamento de Transporte de California, que está construyendo su propio programa de competencias en datos liderado por su CDO.

Los procesos de digitalización también pueden centrarse en aspectos específicos de la gestión de infraestructuras de transporte, como lo demuestra la *Digital Delivery Directive 2025* del Departamento de Transporte de Pennsylvania, que consiste en una digitalización de los procesos de licitación y entrega de obras usando BIM. Dentro del plan estratégico de esta iniciativa, se encuentra una hoja de ruta, planes de trabajo y las tareas para cumplirlo, con un diagnóstico de los elementos de entrenamiento y conocimiento tanto dentro del Departamento como con sus interlocutores.

Fuente: Autores.

Otra opción es la **creación de organismos de investigación dentro de ministerios o agencias del sector**, lo que conlleva el reclutamiento de expertos académicos en su plantilla. El Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) en España o el Instituto de Transporte de Corea son ejemplos de estas iniciativas. El Instituto de Transporte de Corea (KOTI, por sus siglas en inglés) es un instituto nacional encargado de realizar los estudios de prospectiva política, socioeconómica y tecnológica en el área de transporte. Investiga las innovaciones y la transformación del sistema de transporte para contribuir al desarrollo de la movilidad del futuro. El instituto es un actor principal en el Comité Presidencial de la Cuarta Revolución Industrial, así como en el sector del transporte en el marco del Tercer Plan Maestro de Ciudades Inteligentes. En particular, el instituto incluye una División para la Transformación de la Movilidad, un Centro para la Ciudad Inteligente y el Transporte, un Centro para los Vehículos del Futuro, y un Centro de Investigación de Vehículos Conectados y Autónomos. En el mismo tenor, el CEDEX de España es un organismo autónomo, adscrito al Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Su función es asesorar y asistir tanto a administraciones e instituciones públicas como a empresas privadas en las tecnologías de la ingeniería civil, la edificación y el medio ambiente. Tras las disposiciones de la nueva Estrategia de Movilidad (Ministerio de Transportes & España, 2020), el CEDEX ha encarado una reorganización de sus actividades en los campos del transporte y las infraestructuras, con el fin de reorientarse hacia la investigación, desarrollo e innovación de soluciones integrales de movilidad.



La tercera acción es **contratar servicios externos de consultoría, tanto para desarrollos estratégicos como para proyectos donde se precisan perfiles específicos**, usualmente relacionados con conocimientos avanzados en alguna de las tecnologías 4.0 o habilidades que se encuentran fuera del sector transporte. Estos servicios también pueden ser de **infraestructura de telecomunicaciones y de software**. En efecto, la transformación digital de las agencias del sector conlleva una modernización y adecuación de su infraestructura tecnológica para, por ejemplo, poder almacenar y analizar una gran cantidad de datos. En muchos casos, la opción preferida por las agencias públicas es adquirir capacidad de almacenamiento y servicios en la nube a través de empresas de tecnología. Por ejemplo, el sistema de transporte metropolitano de Vancouver desarrolló junto con Microsoft modelos de IA para reducir el tiempo de espera en las paradas de transporte público²⁶. Por su parte, la Autoridad de Transporte de la Bahía de Massachussets trabajó con Intel para actualizar su infraestructura y sistema de gestión de autobuses, pasando a un sistema de vídeo y GPS con monitoreo en tiempo real y almacenamiento centralizado en la nube²⁷. En estos casos, se busca que los servicios sean seguros, ágiles, confiables, de estándares abiertos y transparentes (Kenneally et al., 2014).

La cuarta vía de resolver la brecha de acceso a recursos humanos capacitados en la transformación digital dentro del sector público se refiere a la **incorporación de expertos académicos en consejos asesores**. Por ejemplo, el Consejo de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana de España es un organismo independiente encargado de la selección y evaluación de proyectos de inversión en infraestructuras de alto perfil. El mismo está integrado por expertos independientes, cuya misión es contribuir a la mejor planificación de inversiones en infraestructura de transporte. La normativa vigente requiere que el Consejo evalúe las propuestas de inversión en infraestructuras por parte de asociaciones público-privadas. Asimismo, antes de la adopción de un plan de infraestructuras viarias o ferroviarias, el Consejo debe presentar un informe sobre el proyecto propuesto, o revisar temas que sean de interés especial, como la aplicación en España de la legislación europea, o la seguridad en las infraestructuras de transporte. Las decisiones tomadas por el Consejo no son vinculantes. De manera similar, el Consejo de Inteligencia Artificial del Reino Unido es un comité de expertos independientes que asesora al gobierno sobre temas de inteligencia artificial, apoyando el crecimiento de la misma en el país y promoviendo su adopción y uso por las empresas y la sociedad. También en Reino Unido, el Consejo de Horizontes Reguladores (RHC, por su nombre en inglés) es un comité de expertos independientes que identifica las implicancias de la innovación tecnológica y proporciona asesoramiento al gobierno sobre toda reforma regulatoria. La respuesta del gobierno puede incluir la introducción, adaptación o derogación de la regulación, o la adopción de alternativas a la regulación (como las normas voluntarias), dependiendo de la naturaleza de las innovaciones.

²⁶ La autoridad de transporte de Metro Vancouver mejoró las estimaciones de salida de los autobuses en un 74% con Azure Machine Learning (Microsoft, 2020).

²⁷ La MBTA despliega Genetec Omnicast (Solución y compañía asociada a Intel) a bordo de su flota de autobuses para monitorear la seguridad. (Genetec, n.d.).



4.5 Coordinación horizontal en el gobierno nacional

En la medida en que los planes y los instrumentos descritos en las secciones precedentes son desarrollados e implementados por diferentes instituciones -incluso dentro del sector transporte-, surge la necesidad de establecer una **coherencia de políticas públicas**, de manera tal que una agenda de desarrollo para una tecnología específica, por ejemplo, esté alineada con los objetivos de los planes generales para el sector. Para responder a esta necesidad de coherencia de políticas públicas, la mayor parte de los países avanzados han creado **mecanismos de coordinación interinstitucional**.

Si bien las autoridades nacionales de transporte tienen como responsabilidad fundamental la planificación de largo plazo y la implementación de políticas del sector de transporte, en el marco del cual abordan los temas de transformación digital, es común observar que, debido a los múltiples modos de transporte, existe más de una autoridad con prerrogativa nacional. Por ejemplo, en Francia y Corea existen ministerios diferenciados del de transporte que poseen autoridad jurisdiccional sobre el transporte marítimo. Además, existen agencias del gobierno central con autoridad sobre aspectos específicos del transporte digitalizado (como ser el uso de datos en aplicaciones de movilidad urbana). El **Cuadro 4.5** resume el conjunto de entes centrales para el sector, diferenciando aquellos con autoridad en un segmento específico de transporte y otros con responsabilidad integral.

La coordinación interinstitucional es fundamental para asegurar la alineación de políticas y acciones de múltiples agencias con los objetivos de desarrollo del sector transporte.



Cuadro 4.5. ► AUTORIDADES NACIONALES RESPONSABLES DEL DESARROLLO DE PLANES NACIONALES DONDE SE CONSIDERA LA DIGITALIZACIÓN DEL TRANSPORTE

		LOGÍSTICA (*)	TRANSPORTE AÉREO	MOVILIDAD URBANA
ALEMANIA	Autoridad multimodal	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio Federal de Transporte e Infraestructura Digital Ministerio Federal de Economía y Acción Climática Ministerio Federal de Educación e Investigación 		
	Autoridad específica	<ul style="list-style-type: none"> Oficina Federal de Navegación (WSV) Autoridad Federal de Carreteras Troncales (FBA) Oficina Federal de Transporte de Mercancías (BAG) 	<ul style="list-style-type: none"> Oficina Federal de Aviación (LBA) 	
COREA DEL SUR	Autoridad multimodal	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio de Tierra, Infraestructura y Transporte (MOLIT) Ministerio de Ciencia y TIC Agencia Coreana para el Avance Tecnológico de la Infraestructura 		
	Autoridad específica	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio de Océano y Pesca 	<ul style="list-style-type: none"> Oficina de Aviación Civil de Corea 	<ul style="list-style-type: none"> Instituto de Transporte de Corea
ESPAÑA	Autoridad multimodal	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana 		
	Autoridad específica	<ul style="list-style-type: none"> Puertos del estado Salvamento Marítimo 	<ul style="list-style-type: none"> Agencia Estatal de Seguridad Aérea ENAIRE 	<ul style="list-style-type: none"> Dirección general de Tráfico
ESTADOS UNIDOS ²⁸	Autoridad multimodal	<ul style="list-style-type: none"> Departamento de Transporte Oficina del Programa Conjunto de Sistemas Inteligentes de Transporte 		
	Autoridad específica	<ul style="list-style-type: none"> Maritime Administration Administración Federal de Seguridad de Vehículos de Transporte (FMCSA) 	<ul style="list-style-type: none"> Administración Federal de Aviación (FAA) 	<ul style="list-style-type: none"> Administración Federal de Tránsito (FTA) Administración Federal de Carreteras (FHWA) Administración Nacional de Seguridad del Tráfico en las Carreteras (NHTSA)

²⁸ Cada una de las agencias que figuran en el apartado "Autoridad específica" en Estados Unidos dependen de la autoridad multimodal (Departamento de Transporte).



		LOGÍSTICA (*)	TRANSPORTE AÉREO	MOVILIDAD URBANA
FRANCIA	Autoridad multimodal	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio de Transporte Secretaría General de Inversiones Agencia de Innovación para el Transporte Dirección General de Infraestructuras, Transportes y Movilidad 		
	Autoridad específica	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio del Mar 	<ul style="list-style-type: none"> Dirección General de Aviación Civil (DGAC) 	<ul style="list-style-type: none"> Agencia para la Transición Ecológica Autoridades regionales de gobernanza de la movilidad
PAÍSES BAJOS	Autoridad multimodal	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio de Infraestructura y Manejo del Agua Dirección General de Obras Públicas (Rijkswaterstaat) 		
	Autoridad específica	<ul style="list-style-type: none"> Dirección de Asuntos Marítimos y aviación civil 	<ul style="list-style-type: none"> Air Traffic Control the Netherlands - LVNL 	<ul style="list-style-type: none"> Dirección General de Movilidad y Transporte RDW (Servicio independiente del otrora ministerio Servicio Nacional de Tráfico por Carretera)
REINO UNIDO	Autoridad multimodal	<ul style="list-style-type: none"> Departamento de Transporte (DfT) Departamento de Empresas, Energía y Estrategia Industrial (BEIS) Oficina de Vehículos de Bajas Emisiones de Carbono 		
	Autoridad específica	<ul style="list-style-type: none"> Maritime and Coast Guard Agency 	<ul style="list-style-type: none"> Autoridad de Aviación Civil 	<ul style="list-style-type: none"> Centro de Vehículos Conectados y Autónomos (parte de BEIS y DfT)

Fuente: Compilación de autores.

(*) Incluye transporte marítimo, terrestre y última milla.

Complementando la responsabilidad de políticas públicas en el sector de transporte, existen **ministerios cuya área de actividad influye en la transformación digital del sector**. Estos son principalmente los relacionados con el **despliegue de la infraestructura de telecomunicaciones, el desarrollo de I+D y la política industrial**. Por ejemplo, en Corea, el Ministerio de Ciencia y TIC (MCI, por su nombre en inglés) es el encargado de liderar la Cuarta Revolución Industrial, apoyando el desarrollo y promoción de adopción de tecnologías digitales. Así, el MCI coordina la política de I+D con incidencia directa en transporte, por ejemplo, en relación con el despliegue y la gestión de tecnología 5G. Asimismo, financia directa o indirectamente proyectos de



La multiplicidad de instituciones relacionadas con transporte y transformación digital requiere implementar mecanismos de coordinación interinstitucional.

I+D en transporte. En España, el Ministerio de Ciencia e Innovación es el órgano superior encargado de la ejecución de la política del Gobierno en materia de investigación científica y técnica, desarrollo tecnológico e innovación. En lo que concierne el futuro del transporte, coordina estrategias y maneja fondos tanto propios como de la Comisión Europea para la innovación en movilidad, transporte y logística. En Francia, la Secretaría General de Inversiones (SGPI, por su nombre en francés), bajo la autoridad del Primer Ministro, es responsable de la aplicación del Programa de Inversiones del Futuro, un programa de inversión pública en proyectos de investigación e innovación de excelencia con un foco en el crecimiento sostenible. A través de este programa se financian numerosos proyectos piloto de tecnología en logística o movilidad. En el Reino Unido, el Departamento de Empresa, Energía y Estrategia Industrial (BEIS, por su nombre en inglés) está a cargo de la estrategia de política industrial y de la agenda de investigación e innovación. En este sentido, su responsabilidad en el sector de transporte se traduce en la tutela de la agencia *UK Research and Innovation*, que lidera programas de I+D en transformación digital de la aviación y la movilidad urbana.

La multiplicidad de dimensiones de impacto (desarrollo tecnológico, política industrial, derecho de consumidores, entre muchas otras), su interrelación, así como la interoperabilidad implícita de la multimodalidad demanda un esfuerzo particular para alcanzar una coherencia institucional y de políticas públicas. Esto requiere un **compromiso político unificado y un liderazgo proveniente del poder ejecutivo, enfatizando la importancia de la digitalización del transporte como mecanismo de generación de competitividad económica y calidad de vida**. Para facilitar la coordinación horizontal, los países analizados han creado **instancias ad hoc**, que usualmente toman la forma de consejos interministeriales, y que involucran a diferentes entidades según el modo, tema o tecnología a tratar. Estas instancias se utilizan para definir prioridades, establecer acciones conjuntas y alinear intervenciones que se realicen de manera separada.

La coordinación horizontal es alcanzada mediante **dos tipos de comité interministeriales: (i) comités constituidos alrededor de un modo de transporte**, donde se incluye a la digitalización del transporte, aunque también se abordan muchos otros los elementos relacionados con el sector; y **(ii) comités sobre la transformación digital de la economía, incluyendo al transporte**. En la primera categoría, el Comité Interministerial de Logística de Francia fue creado en diciembre de 2020 motivado por “el papel clave que desempeña la logística frente a la pandemia”, con el objetivo de desarrollar una cadena de suministro más competitiva. En paralelo, el Comité Interministerial del Mar del mismo país lidera el desarrollo de la nueva estrategia portuaria, el plan de acompañamiento post Brexit, y define las políticas de recuperación en lo que concierne la cadena “marítima y portuaria”²⁹. En la segunda categoría, el Comité Presidencial de la Cuarta Revolución Industrial (PCFIR) de Corea fue creado para revisar y coordinar las políticas relacionadas con la Cuarta Revolución Industrial. Dentro de “Innovación industrial”, uno de los pilares principales de las recomendaciones de política, incluye las estrategias en el sector de movilidad, logística y ciudades inteligentes con dimensiones que tocan IA, ciberseguridad, *blockchain* y el estímulo al ecosistema de *startups*.

²⁹ CIMer 2021 Press Release (Secretariat General of the Sea, 2021).



Uno de los temas clave en la actividad de comités interministeriales es la eficacia en su funcionamiento de acuerdo con el objetivo para el cual han sido convocados. En este sentido, pueden identificarse ocho prácticas exitosas en la experiencia de países avanzados:

- **Responsabilidad de liderazgo:** los comités interministeriales más exitosos son aquellos convocados por la autoridad máxima del poder ejecutivo (Presidente o Primer Ministro). Esto provee una señal a los miembros del grado de importancia política en la formación y gestión de la agenda. Por ejemplo, el Comité Interministerial de Logística de Francia opera bajo la tutela del Primer Ministro. De manera similar, el Comité Presidencial de la Cuarta Revolución Industrial de Corea está organizado alrededor del liderazgo del Primer Ministro.
- **Propósito del comité:** la formación del comité debe articular claramente su función: (i) gestionar acciones conjuntas, o (ii) coordinar acciones realizadas por cada ente público. Como ejemplo de la primera función, el Comité de Innovación de Movilidad de Corea es responsable de proveer recomendaciones políticas y elaborar estrategias para mejorar el funcionamiento de las plataformas de movilidad, para que los servicios sean más accesibles, asequibles, sustentables y seguros. También en Corea, el Comité Nacional de Ciudad Inteligente tiene como objetivo el establecimiento de un plan integral de ciudades inteligentes y la gestión de proyectos de escala nacional para la construcción de dichas ciudades. Para ello, el comité está encargado de la coordinación con la administración central y los gobiernos locales. Como ejemplo del segundo modelo de función, el Comité Presidencial de la Cuarta Revolución Industrial (PCFIR, por su nombre en inglés) del mismo país fue establecido para revisar y coordinar las políticas cros-ministeriales relacionadas con la Cuarta Revolución Industrial. Este comité funciona como una torre de control de políticas de datos nacionales, impulsa la economía digital basada en datos y brinda apoyo a las políticas sectoriales en relación con el uso de datos y la inteligencia artificial.
- **Composición de comités:** la composición depende del objetivo a cumplir. Si el comité tiene una función ejecutiva, debe estar liderado por un delegado del poder ejecutivo y estar compuesto por autoridades de primera línea dentro del gabinete y agencias nacionales. Por ejemplo, el Comité Interministerial de Logística de Francia reúne a los ministerios relevantes (Transporte, Mar, Industria). Si la función del comité es de coordinación interinstitucional, los miembros del mismo incluyen a representantes de organizaciones locales. Por ejemplo, el Consejo Ministerial para el Desarrollo y la Innovación en el Transporte del mismo país, creado *ad hoc* en 2020 como respuesta a la crisis del sector de transporte en la pandemia, congrega a las principales federaciones y empresas del sector, fabricantes y operadores de equipos de transporte, representantes de las diferentes regiones del país, así como a varios miembros de la Asamblea Nacional.
- **Frecuencia de reuniones:** la periodicidad de reuniones varía de acuerdo con la función y composición del comité. Aún en casos donde el comité no se reúna frecuentemente (por ejemplo, el Comité Interministerial de Logística de Francia

2 tipos de comités para la coordinación interinstitucional: constituidos alrededor de un modo de transporte y comités para la transformación digital de la economía.



se reúne anualmente para presentar recomendaciones al gobierno en el área de la logística), es necesario que exista un grupo técnico de apoyo, encargado de avanzar la agenda definida, monitorear el cumplimiento de objetivos y realizar recomendaciones para la toma de decisiones por parte del comité.

- **Participación del sector privado:** en los últimos años, la participación formal permanente del sector privado en comités interministeriales se ha tornado más común en los países líderes. Por ejemplo, representantes del sector privado participan en Comité Presidencial de Cuarta Revolución Industrial de Corea. France Logistique, una asociación creada para reunir y coordinar a todos los agentes privados y de la sociedad civil del sector logístico (organizaciones profesionales, sindicatos y empresas clave) forma parte del Comité Interministerial de Logística de Francia. El Comité Consultivo de Aviación Avanzada de Estados Unidos incluye entre sus miembros a ejecutivos de primer nivel de la industria aeronáutica.
- **Medición de resultados:** medir los resultados es también una buena práctica dentro de estos comités, para garantizar el seguimiento de las decisiones o medidas tomadas. Por ejemplo, el Comité Interministerial del Mar en Francia mide la cantidad de medidas tomadas desde su primera reunión y su tasa de eficacia según estas hayan sido implementadas, estén en curso o hayan sido dejadas de lado.
- **Formación del comité con plazos de terminación:** para evitar la procrastinación u obsolescencia, según sea relevante, también se pueden plantear comités o espacios de cooperación en un marco determinado de tiempo y con una problemática concreta a resolver. La Plataforma para el Futuro de la Movilidad en Alemania fue creada con un mandato específico de 2018 a 2021 y con una misión específica a cumplir que abarcaba temas relacionados a la movilidad digital (NPM, 2021). Siendo entregados sus consejos y estudios, la plataforma cumplió su función y considera que su conocimiento fue integrado en las decisiones políticas y en la política pública al terminar su trabajo.
- **Participación del sector académico:** la participación de expertos académicos representa una buena aproximación a la adquisición de talento técnico. Por ejemplo, representantes del mundo académico participan en Comité Presidencial de Cuarta Revolución Industrial de Corea y en el Consejo de Medio Ambiente e Infraestructuras de Países Bajos, que funge como principal órgano consultivo del gobierno y del Parlamento en cuestiones de infraestructura.

Existen también **grupos de colaboración que**, sin llegar a la formalidad de los comités, **se conforman de manera puntual para atender un tema que requiera de la participación de diferentes entidades**. La experiencia del Reino Unido respecto al despliegue de vehículos autónomos y conectados es ilustrativa al respecto: cuando se identifican temáticas de jurisdicción o experticia de otra agencia, se forma un equipo de trabajo por un tiempo determinado y con objetivos definidos, generalmente en torno aspectos técnicos. Estos equipos de trabajo también son utilizados para articular la colaboración con autoridades regionales y locales, en el caso que la temática requiera de su participación.



8 “ áreas para incrementar la eficacia de los comités interministeriales: responsabilidad, propósito, composición, duración, frecuencia de reuniones, monitoreo de avances, y participación del sector privado y de la academia. ”



4.6 Coordinación vertical con autoridades regionales y locales

Reforzar las competencias de las autoridades locales es clave para avanzar en la transformación digital.

En paralelo a los planes, políticas e instrumentos de coordinación desplegados a nivel nacional, los gobiernos regionales y locales de los países líderes están involucrados activamente en el sector. En el caso de la movilidad urbana, el rol de estos niveles es clave, dado que son las autoridades regionales y locales las encargadas de su planificación, regulación y supervisión. Al respecto, las experiencias analizadas evidencian que la existencia de **autoridades de transporte a nivel metropolitano**, que agrupan a las diferentes divisiones político-administrativas que conforman el entorno urbano, contribuyen a coordinar y escalar las iniciativas de transformación digital. En el Reino Unido, por ejemplo, *Transport for London* (TfL) tiene a cargo la planificación y gestión del transporte urbano y vías de Londres y su área metropolitana, lo cual implica fomentar la cooperación entre las empresas que operan los servicios de transporte, ya sean públicas o privadas, y las administraciones locales titulares de la infraestructura y servicios que aportan financiamiento. De la misma manera, el *New York Metropolitan Transportation Council* (NYMTC) es el ente designado para la planificación y operación del transporte para la ciudad de Nueva York, Long Island y el valle inferior del Hudson, cubriendo a más de 12 millones de habitantes. La presencia de estas autoridades ha facilitado desde la implementación de pagos electrónicos hasta la generación de aplicaciones integradas para los servicios de transporte público, en línea con los objetivos de MaaS, para servicios que operan en más de una división administrativa.

Otra práctica enfocada a resolver las necesidades de coordinación a nivel local es la implementada en Francia. Cada región y departamento del país posee una Autoridad Organizativa de la Movilidad (AOM) encargada de gestionar servicios de transporte público, movilidad compartida y logística urbana. Para permitir a los diversos actores de movilidad de una misma región coordinar sus acciones, se firma un contrato de movilidad operativa, el cual es un documento contractual con los principales actores de la movilidad en el territorio: la AOM, los sindicatos de coordinación paritaria conocidos como “SRU” y los departamentos y gestores de estaciones de pasajeros o estaciones multimodales (Ministry for the Ecological Transition, 2021). El contrato también puede involucrar, dependiendo de las especificidades del territorio involucrado, los Establecimientos Públicos de Cooperación Intercomunal (EPCI), una región vecina o cualquier otro socio (operador de transporte, municipio, etc.). Entre las áreas cubiertas por el contrato operativo se encuentra la coordinación para crear y organizar condiciones favorables para el desarrollo de la movilidad del futuro.

Por su parte, Corea ha generado un mecanismo a nivel del gobierno central para impulsar la coordinación, adscripto al Ministerio de Tierra, Infraestructura y Transporte. La Comisión de Transporte Metropolitano tiene el propósito de mediar



entre diferentes autoridades locales e impulsar la creación de mecanismos de gobernanza eficientes. La Comisión está estructurada según cinco oficinas regionales instaladas en las grandes áreas metropolitanas del país (Seoul-Incheon-Gyeonggi, Busan, Daegu, Daejeon y Gwangju). Adicionalmente, existe una iniciativa llamada *The Smart City Challenge*³⁰, en la que el gobierno local juega un papel activo para abordar problemas urbanos, incluido el transporte, y las empresas privadas pueden participar con las soluciones innovadoras y plan de demostración. El 50% del apoyo financiero de esta iniciativa proviene del gobierno central.

Con respecto a la coordinación entre gobierno central y autoridades locales, las experiencias analizadas evidencian diferentes cursos de acción con resultados positivos. En algunos casos, el mecanismo utilizado consiste en **reforzar las competencias de las autoridades de nivel local**, por su experticia y competencia en un subsector determinado, como es el caso de las Autoridades Portuarias de Hamburgo³¹, Amberes³² y Rotterdam³³, quienes poseen sus propias estrategias de transformación digital y equipos y recursos dedicados a esta tarea. Otra alternativa es que el gobierno central **formule una legislación marco o líneas directrices, que oriente a los gobiernos locales en la elaboración de políticas o regulaciones específicas**. Este es el caso de los servicios de micromovilidad en Francia, donde el gobierno nacional emitió directivas mediante la promulgación de la nueva ley nacional de movilidad, que garantiza conceptos como la protección de la ocupación del espacio público, la protección de datos de los usuarios y el respeto de normas ambientales por las baterías de los dispositivos. Por su parte, deja a las autoridades locales la emisión de autorizaciones a empresas operadoras de estos servicios y el flujo de caja proveniente de las tasas de ocupación de espacio público cobradas a los operadores³⁴. A escala más amplia, los planes para el desarrollo de clústeres tecnológicos o productivos son empleados para identificar las áreas estratégicas a desarrollar en una zona geográfica determinada, los cuales incluyen muchas veces al transporte como aspectos a priorizar para el desarrollo de las mismas, con algunas menciones a la innovación en este sector. Ejemplo de ello es el Clúster de Movilidad y Logística del País Vasco en España, en línea con las políticas europeas y españolas al respecto.

³⁰ El *Smart City Challenge* coreano, es inspirado de su homólogo estadounidense lanzado en 2016. En su versión coreana, lanzada en el 2019, incorpora retos de transporte como el original y otras dimensiones adicionales como energía, seguridad o ambiente.

³¹ Hamburg Port Authority (n.d.).

³² Port of Antwerp (n.d.).

³³ Rotterdam Maritime Capital of Europe (n.d.).

³⁴ Acelerar la revolución de la nueva movilidad (Ministry for the Ecological Transition & France, 2021).

Finalmente, otra práctica es aquella donde el gobierno central promueve **la formación de capacidades a nivel del gobierno local** para que este resuelva temas regulatorios. Un ejemplo es el recién establecido Centro Nacional para la Excelencia en Autobuses en el Reino Unido, donde el gobierno nacional se estableció una serie de actividades y programas enfocados en mejorar la planificación de transporte y manejo de buses, entrenando a los equipos de las autoridades municipales de transporte en temas que incluyen a las nuevas tecnologías (Department for Transport & United Kingdom, 2021a).



4.7 Colaboración activa entre los sectores público y privado

Como se ha mencionado en el **Capítulo 3**, las grandes empresas globales son quienes están liderando la transformación digital del transporte. Sin embargo, el sector público cumple un rol importante en promover a que la transformación apunte a los objetivos de eficiencia, sostenibilidad e inclusión de los sistemas de transporte. Por esta razón, todas las experiencias analizadas de países líderes tienen como punto clave la **promoción de la colaboración público-privada**. Los mecanismos utilizados a tal fin pueden resumirse en tres: (i) coordinación institucional; (ii) coordinación para el desarrollo tecnológico; y (iii) consultas con el sector privado en el marco del desarrollo de planes estratégicos para el sector.

3 mecanismos para promover la colaboración público-privada: coordinación institucional, coordinación para el desarrollo tecnológico y consultas para la elaboración de planes estratégicos.

El **modelo institucional de coordinación público-privada** involucra la participación del sector privado en comités intersectoriales de digitalización del transporte convocados por los gobiernos. Ejemplos de este modo son los de Francia (Consejo Ministerial para el Desarrollo y la Innovación en el Transporte, Comité Interministerial de Logística), Reino Unido (Maritime 2050), España (Alianza para el Vehículo Eléctrico y Conectado) y Estados Unidos (Comité Asesor de Aviación Avanzada). La inclusión del sector privado en los comités intersectoriales (Consejo Ministerial para el Desarrollo y la Innovación en el Transporte, y Comité Interministerial de Logística en Francia; Maritime 2050 en el Reino Unido) es una buena oportunidad para transformar un plan sectorial de ser no solo en una serie de compromisos de parte del Estado, sino también en un verdadero acuerdo de objetivos consensuados con el sector privado.

La organización de dichos comités puede realizarse de manera *ad hoc* por una necesidad particular. Como se indicó más arriba, el Comité Interministerial de Logística de Francia fue creado en diciembre de 2020 a raíz del papel clave de la logística frente a la pandemia, las falencias evidenciadas en el sector y las oportunidades de mejora, incluyendo a la transformación digital. El llamado convocó tanto a los ministerios relevantes (Transporte, Mar e Industria) como a *France Logistique*, asociación creada en enero de 2020 para reunir y coordinar a todos los agentes privados del sector logístico. Por su parte, el Comité Asesor de Aviación Avanzada en Estados Unidos es un comité en el ámbito federal que asesora a la FAA en cuestiones clave como el desarrollo e integración de los *Urban Air Mobility Systems*, ayudando a identificar los retos y a priorizar las mejoras en el sistema aéreo como resultado de los avances tecnológicos. Los miembros están compuestos por ejecutivos de nivel CEO/COO de partes interesadas que representan la amplia variedad de intereses de la tecnología en desarrollo, incluyendo la industria (como líneas aéreas, fabricantes de drones y operadores logísticos), la investigación y la academia, el comercio minorista y la tecnología.



El segundo modelo de colaboración público-privada involucra **acuerdos para el desarrollo de tecnologías específicas** de aplicación en el sector de transporte. Corea es uno de los países avanzados con mayor experiencia en la colaboración público-privada en proyectos específicos. Este país implementa tres modelos de cooperación pública-privada: (i) firma de un Memorando de Entendimiento entre el gobierno y una empresa privada para la realización de un proyecto específico; (ii) creación de un consorcio de empresas privadas con especialidades particulares para la realización de un proyecto conjunto; y (iii) creación de un área de investigación (por ejemplo, en ciudades inteligentes) patrocinada por el sector público y empresas privadas que contribuyen recursos financieros y, en contraparte, tienen acceso al área para desarrollar su tecnología. Por ejemplo, para desarrollar buques inteligentes, el Instituto de Investigación de Equipamiento Marítimo coreano se unió a *Samsung Heavy Industries* para desarrollar capacidades en la industria naviera coreana y crear las capacidades industriales para la construcción de estos buques. El Reino Unido está trabajando con Intel para realizar el mapeo de toda su infraestructura y activos viales a través de la implementación de la tecnología de Mobileye³⁵. La ciudad de Amberes y Be-Mobile desarrollaron una plataforma digital que mediante Azure integra múltiples fuentes de información para sugerir rutas intermodales y reducir el uso del vehículo particula³⁶. En Países Bajos, se creó SMASH! -Foro Holandés para el Transporte Marítimo Inteligente-, que reúne a los sectores público y privado de los Países Bajos marítimos para promover el transporte marítimo inteligente y reforzar así la posición competitiva del sector. A través de esta plataforma de cooperación se comparte información, se desarrollan proyectos y se promueve la industria marítima de este país a nivel internacional.

Recuadro 4.3. ► **MODELO DE CONSORCIO DE ENTIDAD DE PROPÓSITO ESPECIAL (SPC-SPECIAL PURPOSE COMPANY) - COREA DEL SUR.**

La Iniciativa de Ciudades Inteligentes es una de las estrategias principales de Corea del Sur para fortalecer la transformación digital de la infraestructura y la movilidad urbana. Dentro de esta iniciativa, la cooperación público-privada juega un papel clave para promover innovaciones tecnológicas, garantizar la sostenibilidad financiera y establecer condiciones habilitantes. Para impulsar esta cooperación, se estableció la figura de un SPC público-privado, que está siendo implementado primeramente en las ciudades de Sejong y Busan para desarrollar infraestructura inteligente y gestionar servicios de movilidad. La estructura de SPC se conformó con contribuciones del Ministerio de Tierra, Infraestructura, y Transporte (10% de recursos financieros y apoyo en presupuesto y transformación legal, regulatorio e institucional); el gobierno local de cada ciudad (10% de recursos financieros y apoyo en procesos administrativos para permiso de proyectos); otras agencias públicas (20% de recursos financieros y apoyo en los terrenos y propiedades inmuebles); y compañías privadas (60% de recursos financieros y provisión de servicios de tecnologías e innovaciones).

La estructura financiera de SPC -con contribuciones públicas y privadas- permite que el sector público monitoree y asegure el interés público en la implementación de la ciudad inteligente, por ejemplo, en el área de sostenibilidad e inclusión social, mientras que el sector privado

³⁵ Ordnance Survey, es la agencia nacional de cartografía de Gran Bretaña, y con Mobileye desde el 2019 han desplegado soluciones para cartografiar la infraestructura vial británica (Ordnance Survey, 2019).

³⁶ Antwerp deploys bespoke mobility platform, reducing congestion and nearing sustainable mobility solutions (Microsoft, 2019).



tiene la flexibilidad y autonomía para probar y demostrar el impacto de las innovaciones. Las entidades públicas sugieren una hoja de ruta con los servicios que las firmas privadas deben incluir en su propuesta, y estas firmas pueden incluir servicios adicionales. En caso de Sejong, el consorcio de firmas debe aplicar las tecnologías de IoT, IA, gemelo digital y herramientas de ciberseguridad, con un enfoque especial en el sector de movilidad. La figura de consorcio también permite la participación de las PyME, reduciendo los costos de entrada para realizar pilotos tecnológicos³⁷.

Fuente: Autores.

Un tercer modelo de cooperación público-privada, muy utilizado en todos los países analizados, se refiere a proyectos o políticas de innovación basadas en **laboratorios o bancos de pruebas** alrededor de proyectos de innovación. Por ejemplo, el Banco de Pruebas de Carga Aérea de Alemania tiene como objetivo aumentar la eficiencia y el rendimiento y la competitividad de la carga aérea en Alemania (Fraunhofer Institute for Material Flow and Logistics IML, 2021). La participación activa de actores clave del sector logístico, que cubren los diferentes procesos del transporte aéreo, permite introducir y tener en cuenta las perspectivas y necesidades de desarrollo de todo el sector, probar las tecnologías en escenarios reales y facilitar su posterior escalamiento. Además de los aeropuertos de Colonia, Fráncfort, Leipzig y Múnich, los miembros del consorcio incluyen a Lufthansa Cargo AG, DB Schenker y Sovereign Speed como proveedores de servicios logísticos, así como LUG y CHI Deutschland Cargo Handling. Por su parte, el gobierno de Estados Unidos provee financiamiento para la instalación de centros que promuevan el desarrollo tecnológico y contribuyan a avanzar en la regulación sectorial de tecnologías de transporte como drones y AV. En estos centros, los actores del sector privado pueden testear sus tecnologías en escenarios cuasi-reales, al tiempo que las autoridades del sector monitorean los avances con el fin de medir niveles de riesgos y prepararse para realizar adecuaciones regulatorias en el caso de que estas tecnologías escalen. Este es el caso de los cinco aeropuertos seleccionados por la FAA para el testeado de drones y su relación con la operatoria aeroportuaria, bajo el Programa de Investigación para la Detección y Mitigación de Riesgos de Drones en Aeropuertos. El Reino Unido utiliza los bancos de prueba de drones y AV también como manera de atraer conocimiento e inversión privada al país.

El cuarto modelo de coordinación público-privada está basado en la **consulta al sector privado** al momento en que los gobiernos desarrollan planes estratégicos para el transporte, incluyendo la transformación digital. Los múltiples ejemplos en este terreno en los países industrializados bajo estudio indican lo importante que es esta práctica. En Estados Unidos, el desarrollo del Plan Estratégico Nacional para el Transporte de Carga se elaboró mediante un esfuerzo multi institucional, que incluyó una amplia consulta con las partes interesadas en el transporte de mercancías, tanto en el sector público como en el privado. También en ese país, la FAA posee un grupo de trabajo público-privado para fomentar el desarrollo de tecnologías de Movilidad

³⁷ Pilotos Nacionales de Smart City (Smart City Korea & Ministry of Land, 2020).



Aérea Avanzada³⁸ y diseñar planes públicos para promoverlas. La EASA (la agencia reguladora europea) ya realizó consultas públicas acerca de su propuesta para regular este mismo tema. De manera similar, la Nueva Estrategia Nacional Portuaria de Francia fue diseñada con insumos de empresas líderes de los sectores marítimos, fluviales y logísticos.

En muchos casos, expertos y académicos también participan en los procesos consultivos. De particular relevancia es el caso de Reino Unido, donde la Oficina Gubernamental para la Ciencia invita a estos perfiles a participar en el análisis prospectivo o estudios de “futuros”. Como se mencionó más arriba, con estos estudios se desarrolla una serie de herramientas para el gobierno con las cuales planear una política pública más adaptativa y que se puede adecuar a múltiples horizontes o escenarios futuros. Toda la estrategia que aborda el futuro del transporte en el Reino Unido fue construida a partir de los primeros estudios de prospectiva sobre el futuro del transporte y la movilidad, que fueron pensados según análisis de tendencias y posibles escenarios a 2040 por la Oficina de Ciencia, y su equipo de prospectiva (Government Office for Science, 2017).



4.8 Síntesis de aspectos destacados de la experiencia internacional

A modo de resumen de la experiencia internacional, pueden señalarse cinco aspectos compartidos por los países líderes en la transformación digital:

- **Prioridad en la planificación sectorial.** En sus instrumentos de planificación, los países líderes ubican a la transformación digital entre los principales objetivos a lograr en el sector, como vector de mayor eficiencia, sostenibilidad e inclusión social. Además de los planes generales de transporte, existen planes de transformación digital a nivel de subsector, así como también planes que se enfocan en el desarrollo de tecnologías digitales (como ser la inteligencia artificial), de las cuales se beneficia el sector. El proceso de planificación incluye la participación de un amplio número de agencias del sector público, el privado, la academia y la sociedad civil. En su mayoría, los planes incluyen hojas de ruta para avanzar en su implementación, identificando las acciones a realizar por el sector público, el privado o en conjunto.
- **Foco en el avance con mitigación de riesgos.** Debido a la incertidumbre y los nuevos riesgos que plantea el escenario de revolución tecnológica actual, los países líderes han diseñado una serie de instrumentos normativos y de política que, al tiempo que estimulan la transformación digital en el transporte, permiten mitigar sus riesgos y dirigir sus beneficios hacia lograr objetivos de eficiencia, sostenibilidad e inclusión. Para ello, cuentan con políticas de ciberseguridad, protección de datos del consumidor, apertura de datos públicos, desarrollo de redes de comunicaciones de alta capacidad,

³⁸ El Comité Asesor de Aviación Avanzada (AAAC) es un comité asesor federal de amplia base que ofrece asesoramiento y recomendaciones independientes a la FAA sobre cuestiones, intereses y políticas clave de integración de sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS) y movilidad aérea avanzada (AAM) (FAA, 2018).



y realización de estudios prospectivos, consultas públicas y *sandboxes* regulatorios. Promueven el monitoreo e intercambio de buenas prácticas a nivel internacional y participan en la definición de estándares, procurando su apertura y transparencia. Asimismo, trabajan en estrecha colaboración con el sector privado y la academia para la evaluación de las tecnologías, lo que les permite obtener un mayor conocimiento sobre las mismas, a fin de informar las decisiones en materia de política pública.

- **Variedad de instrumentos para la promoción de la transformación digital.** Los países líderes utilizan incentivos fiscales y financieros para facilitar la adopción de nuevas tecnologías por parte de los actores que enfrentan las mayores barreras en el sector, especialmente las PyME y el ecosistema emprendedor. También han creado centros tecnológicos para el testeo de tecnologías y la difusión del conocimiento, programas de asistencia técnica y de mentoría por parte de empresas más avanzadas, y mecanismos de evaluación y hojas de ruta para guiar a las PyME en su transformación digital. Del mismo modo, han generado estrategias de capital humano para desarrollar las habilidades requeridas por las nuevas tecnologías, formando a nuevos profesionales y reeducando a aquellos cuyos trabajos podrían modificarse a raíz del cambio tecnológico.
- **Transformación digital del sector público.** Como actores importantes en el sector transporte, las agencias públicas de los países líderes han avanzado significativamente en la reingeniería y digitalización de trámites, en la promoción de la cultura digital y la toma de decisiones basadas en datos, así como también en la gestión tecnológica de los activos de infraestructura y servicios de transporte. Para ello, estas agencias han creado estrategias de transformación digital interna y equipos especializados con dotación presupuestaria para realizar proyectos, incorporado perfiles relacionados con tecnología y capacitado fuertemente a su personal en general. Otros mecanismos utilizados han sido la creación de organismos de investigación dentro de ministerios o agencias del sector y la contratación de servicios externos de infraestructura tecnológica y de consultoría, tanto para desarrollos estratégicos como para proyectos donde se precisan perfiles específicos.
- **Incentivo a la colaboración intersectorial.** Promover la transformación digital del transporte implica trabajar en áreas que no siempre recaen en el ministerio sectorial (por ejemplo, en cuanto a ciberseguridad, protección de datos o reeducación de la fuerza laboral). De manera similar, puede involucrar a entidades con diferentes competencias territoriales (nación, región o ciudad) y modales (aéreo, marítimo, etc.). Finalmente, implica colaborar estrechamente con el sector privado, quien es la locomotora de la transformación digital (véase **Capítulo 3**). Para asegurar esta colaboración, los países líderes utilizan diferentes mecanismos, como los comités de alto nivel, que son convocados por el cargo de mayor nivel en el Ejecutivo; los comités interinstitucionales; los grupos *ad hoc* para trabajar temas técnicos; el fortalecimiento de las autoridades locales y subsectoriales; los memorandos de entendimiento y los grupos consultivos con el sector privado; y el cofinanciamiento de centros y programas con empresas líderes para extender la transformación a los menos avanzados, entre otros.

5 lecciones de la experiencia internacional: priorización en planes sectoriales, mitigación de riesgos, uso de varios instrumentos, transformación digital del sector público y colaboración intersectorial.



5

El estado de la transformación digital del transporte en América latina y el Caribe

- 5.1. ESTRATEGIAS Y OBJETIVOS DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN EL SECTOR DEL TRANSPORTE
- 5.2. PRINCIPALES TECNOLOGÍAS Y ÁREAS DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL
- 5.3. ESTADO, INCENTIVOS Y BARRERAS A LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL
- 5.4. PERSPECTIVA DE LOS SECTORES PÚBLICO Y PRIVADO
- 5.5. ESTADO DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN EL TRANSPORTE MARÍTIMO
- 5.6. ESTADO DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN EL TRANSPORTE TERRESTRE DE MERCANCÍAS
- 5.7. ESTADO DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN EL SECTOR AÉREO
- 5.8. ESTADO DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA MOVILIDAD URBANA
- 5.9. SÍNTESIS DEL ESTADO DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL TRANSPORTE EN ALC



El estado de la transformación digital del transporte en América Latina y el Caribe

El objetivo de este capítulo es presentar la **situación actual de la transformación digital en ALC** en cuatro subsectores del transporte: transporte marítimo, transporte aéreo, transporte terrestre y movilidad urbana. El análisis está basado en los resultados de una **encuesta a 223 representantes de nivel directivo de los sectores privado y público de la región**, la primera existente para el sector transporte en ALC³⁹. El cuestionario utilizado se encuentra en el Anexo 1. Los hallazgos de la encuesta fueron dialogados y profundizados mediante **96 entrevistas a líderes del sector en la región y a nivel global**. La lista de entrevistados está incluida en el Anexo 2. La encuesta y las entrevistas se llevaron a cabo entre los meses de noviembre de 2021 y febrero de 2022. Para ello, se contó con la convocatoria y la colaboración de la Asociación de Autoridades Portuarias de las Américas (AAPA – capítulo latinoamericano), la Asociación Latinoamericana de Transporte Aéreo (ALTA), la Comisión Latinoamericana de Aviación Civil (CLAC), la Unión Internacional de Transporte por Carretera (IRU, por sus siglas en inglés), el Foro Económico Mundial, Microsoft e Intel. Para el sector de movilidad urbana, por la gran heterogeneidad de los actores participantes (autoridades de transporte, empresas de autobuses, TNCs, empresas de micromovilidad, metros, empresas proveedoras de tecnología de navegación, entre otras), se utilizó la metodología de entrevistas, a fin de obtener una perspectiva más representativa de la realidad del sector.

Los resultados de las encuestas y entrevistas fueron presentados y validados en **mesas de trabajo regionales a nivel de subsector**, con representantes de organismos públicos y privados, celebradas durante el mes de marzo de 2022. El **Cuadro 5.1** presenta el número de respuestas a la encuesta y el número de entrevistas.

Cuadro 5.1. ► NÚMERO DE ENCUESTAS Y ENTREVISTAS REALIZADAS POR SUBSECTOR

		Transporte Marítimo	Transporte Aéreo	Transporte Terrestre	Movilidad urbana	Total
Encuestas	1-50 empleados	57	2	18	- - -	77
	50-500 empleados	45	5	16	- - -	66
	501-1.000 empleados	18	5	7	- - -	30
	Más de 1.000 empleados	31	11	8	- - -	50
	Total	151	23	49	- - -	223
Entrevistas		25	19	21	31	96
Total		176	42	70	31	319

³⁹ El margen de confiabilidad estadística de las respuestas es de aproximadamente 10%.

Fuente: Autores.



El capítulo comienza presentando los resultados comparados de la investigación de campo para todos los subsectores. El análisis se focaliza en cuatro aspectos: (i) las estrategias y objetivos de la transformación digital; (ii) las principales tecnologías y áreas de transformación donde se enfocan las iniciativas; (iii) el estado, incentivos y barreras a la transformación; y (iv) las perspectivas de los sectores público y privado. Una vez presentado el estado de la digitalización de manera agregada, se analizan los resultados para cada uno de los subsectores.



5.1 Estrategias y objetivos de la transformación digital en el sector del transporte

En el estudio realizado por el BID en 2019, se constató que el estado de la digitalización de procesos productivos, en especial de las cadenas de suministro, en ALC era sumamente embrionario (Calatayud & Katz, 2019). Como era de esperar, las compañías multinacionales y las grandes empresas locales se encontraban en una situación más avanzada. En el caso de las primeras, la transformación digital se desarrollaba como respuesta a la presión competitiva que estas empresas enfrentan a nivel global. Dicha presión proviene no solo de jugadores tradicionales, sino también de la amenaza disruptiva generada por nuevas tecnologías y nuevos entrantes. En el caso de las grandes empresas locales, el avance de la transformación digital variaba por sector industrial, siendo condicionado por el grado de inserción de cada sector en cadenas productivas globales, el grado de integración vertical de cada empresa y el nivel de intensidad competitiva. Por esta razón, el grado de transformación digital de las grandes empresas, aun dentro de cada sector, no era homogéneo. Esto se debía a que ciertas firmas enfrentaban barreras para avanzar en la transformación como ser la inercia organizativa, la dificultad en adaptarse al cambio tecnológico rápido, así como la obsolescencia prematura de tecnologías adoptadas. Todo esto llevaba a ciertas grandes empresas a posponer la transformación hasta que, en su entender, se produjera una estabilidad eventual en el ecosistema digital.

7 de cada 10 organizaciones poseen una estrategia de transformación digital.

Por otro lado, así como las grandes empresas estaban avanzando en el camino de la transformación digital de procesos productivos, la situación era diferente en el caso de las PyME. Si bien este grupo de empresas también estaba influenciado por presiones competitivas, factores como recursos financieros limitados, bajas economías de escala, poco conocimiento de nuevas tecnologías y otras prioridades en el manejo del negocio reducían significativamente el incentivo a la transformación digital. En resumen, la transformación digital no era una prioridad en la agenda estratégica de las PyME.

En el marco de este estudio, la investigación de campo realizada evidencia que, en el caso del sector transporte, la situación **ha evolucionado positivamente en los últimos tres años**. En efecto, es alentador observar que, de manera agregada, siete de cada diez empresas manifiestan que su organización ya posee una estrategia de transformación digital (**Cuadro 5.2**).

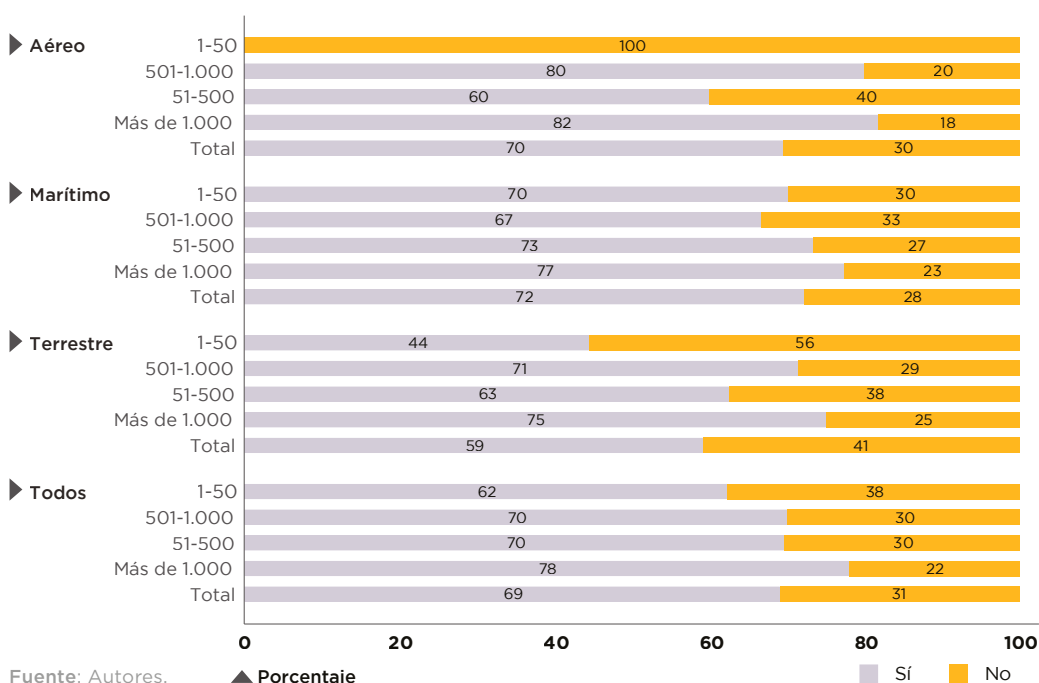
**Cuadro 5.2. ► “¿TIENE SU ORGANIZACIÓN UNA ESTRATEGIA DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL?”**

	Transporte Marítimo	Transporte Aéreo	Transporte Terrestre	Total
Sí	72%	730%	59%	69%
No	28%	30%	41%	31%
TOTAL	100%	100%	100%	100%

Fuente: Autores.

Estos valores se mantienen estables para los subsectores aéreo y marítimo, mientras que el transporte terrestre se ubica levemente rezagado, con seis de cada diez empresas respondiendo afirmativamente. La diferencia entre los subsectores aéreo y marítimo por un lado y el terrestre por el otro es uno de los resultados más importantes de la encuesta. Las causas y aspectos específicos son analizados más adelante en este capítulo.

Las respuestas a la encuesta también pueden ser desagregadas por tamaño de empresa, para entender mejor la situación particular de las PyME (Figura 5.1). Así, se observa que mientras el 78% de las empresas con más de 1.000 empleados ya poseen una estrategia de transformación digital, ese porcentaje se reduce al 62% para las empresas pequeñas (de uno a 50 empleados). La **diferencia entre empresas grandes y pequeñas** se explica por los factores mencionados en el **Capítulo 3**. De todas maneras, el hecho de que 62% de las empresas con menos de 50 empleados responda que tiene una estrategia de transformación digital representa un avance respecto de la evidencia recogida en 2019.

Figura 5.1. ► “¿TIENE SU ORGANIZACIÓN UNA ESTRATEGIA DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL?”
(por tamaño de empresa y subsector)



Las diferencias entre las empresas que poseen una estrategia de transformación digital y las que no son constantes en cada subsector, aunque es **más acentuada en el transporte terrestre**. En este último caso, el porcentaje de empresas que afirmaron tener una estrategia es diez puntos porcentuales menos que en los subsectores aéreo y marítimo.

Contar con una estrategia es un avance importante respecto al estudio realizado en 2019, cuando las empresas de logística y transporte carretero manifestaban que las tecnologías 4.0 no eran una prioridad para su organización. Una manera de validar la respuesta sobre la existencia de una estrategia es preguntar a las empresas en qué estado de implementación se encuentran. Al sumar las respuestas de “cuenta con una adopción avanzada” y “estamos en proceso de implementación con un plan establecido”, una de cada dos respuestas es afirmativa (**Cuadro 5.3**).

Cuadro 5.3. ► “¿CUÁNTO CONSIDERA USTED QUE SU ORGANIZACIÓN HA AVANZADO EN LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL HOY?” (por subsector)

	Transporte Marítimo	Transporte Aéreo	Transporte Terrestre	Total
Cuenta con una adopción avanzada	17%	17%	29%	20%
Estamos en proceso de implementación con un plan establecido	33%	39%	22%	31%
Ya se han desarrollado los primeros pilotos	26%	26%	24%	26%
Se está tomando consciencia	20%	17%	20%	20%
Nada	3%	0%	4%	3%
Total	100%	100%	100%	100%

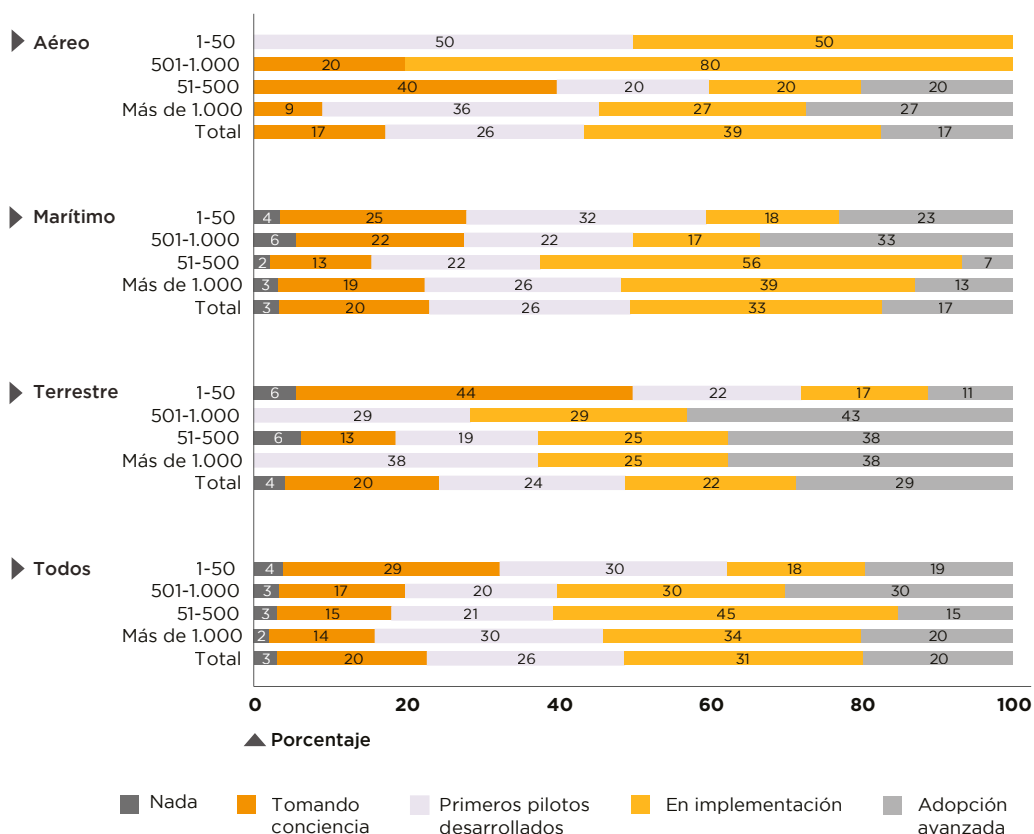
Fuente: Autores.

El porcentaje de empresas que están implementando la transformación digital asciende al 56% para las organizaciones de transporte aéreo, y al 50% y 51% para el transporte marítimo y el carretero, respectivamente. Por su parte, el 23% de los encuestados manifiesta que su organización recién está tomando consciencia acerca de las nuevas tecnologías o no tiene conocimiento alguno. En el caso del segmento aéreo, este porcentaje disminuye al 17%, lo que señala un mayor avance relativo de este último.

La desagregación por tamaño de empresa confirma la diferencia entre empresas grandes, medianas y pequeñas (Figura 5.2).



Figura 5.2. ► “¿CUÁNTO CONSIDERA USTED QUE SU ORGANIZACIÓN HA AVANZADO EN LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL HOY?” (por tamaño de empresa y subsector)



Fuente: Autores.

Mientras solo 37% de las empresas con menos de 50 empleados están avanzando en la implementación de una estrategia de transformación digital, esta cifra asciende al 54% para empresas con más de 1.000 empleados y 60% para empresas de entre 500 y 1.000 trabajadores. Estas estadísticas son consistentes con lo relevado en el estudio de 2019 y con la situación a nivel internacional, donde las PyME suelen presentar un rezago en su transformación respecto a las grandes empresas, quienes originan el proceso de transformación para aumentar su competitividad y cuentan con mayores recursos para realizar las inversiones requeridas y atraer talento humano (véase **Capítulo 3**).

Respecto a los objetivos que motivan la inversión en tecnologías digitales en el transporte, los resultados son similares para los tres subsectores en términos de los objetivos que recibieron la mayor cantidad de respuestas: automatizar procesos y reducir costos (**Cuadro 5.4**), lo cual es consistente con las presiones competitivas en un sector de bajos márgenes, como fuera explicado en el **Capítulo 3**.



Cuadro 5.4. ► “¿CUÁLES SON LOS OBJETIVOS DE INVERSIÓN PARA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL? (*)” (por subsector)

	Transporte Marítimo	Transporte Aéreo	Transporte Terrestre	Total
Automatizar procesos	81%	91%	82%	82%
Reducir costos	70%	65%	76%	70%
Mejorar la seguridad	48%	74%	55%	52%
Ganar presencia online	38%	65%	47%	43%
Contribuir a los objetivos ambientales	43%	43%	35%	41%
Ganar poder de marca	30%	13%	45%	31%
Adquirir fuentes adicionales de ingreso	19%	26%	35%	23%
Incursionar en otras industrias	7%	17%	18%	10%
Otro	9%	13%	2%	8%

Fuente: Autores.

(*) Marcar todos los considerados.

La automatización de procesos confirma los mensajes en las entrevistas realizadas, donde el foco era principalmente digitalizar documentos y automatizar los procesos de negocio que antes requerían de documentos físicos y de la interacción de personas, y que la pandemia de COVID-19 llevó al espacio virtual. Como se verá en los análisis por subsector, el transporte aéreo está llevando la automatización a un nivel de desempeño superior, con la verdadera interacción entre personas y sistemas, por ejemplo, en los procesos de *check-in* y control de pasajeros. En línea con las tendencias a nivel internacional, mejorar la seguridad (52%) y contribuir a los objetivos ambientales (41%) son dos fines que también impulsan la transformación digital. Estos objetivos son comunes a las organizaciones de diferente tamaño. Ahora bien, contrastando con las entrevistas, se observa que, en la práctica, la reducción de costos y la mejora de la seguridad se encuentran en un nivel de prioridad superior que los fines ambientales. Esto difiere de lo mencionado en entrevistas por líderes en países europeos, por ejemplo, donde la lucha contra el cambio climático suele ubicarse en el mismo nivel de priorización.



5.2 Principales tecnologías y áreas de transformación digital

El proceso de transformación digital involucra la adopción de tecnologías digitales con el propósito de aumentar la eficiencia de procesos productivos al interior de la empresa y reconfigurar de manera disruptiva las cadenas productivas. Las tecnologías usadas son de dos tipos:

- Tecnologías maduras (informática de gestión, telecomunicaciones móviles, banda ancha fija) típicamente adoptadas por empresas para aumentar la eficiencia de procesos productivos. La adopción de estas tecnologías ya está siendo estudiada mediante las encuestas industriales realizadas regularmente por organismos internacionales (como UNCTAD⁴⁰) y los entes estadísticos de cada país de la región.⁴¹
- Tecnologías avanzadas (robótica, sensores, internet de las cosas, inteligencia artificial) son adoptadas en el marco del concepto de Industria 4.0, el cual considera el desarrollo colaborativo de productos, la configuración de cadenas productivas, la flexibilidad de medios productivos y la optimización de cadenas logísticas. El estudio sobre adopción de este tipo de tecnologías no es común en ALC, dado que las mismas no son incluidas en los censos industriales de la región, siendo este estudio una de las primeras aproximaciones al tema⁴².

La encuesta realizada para este estudio se enfoca en las tecnologías digitales avanzadas, con el propósito de verificar el grado de transformación digital de las empresas en el sector de transporte (**Cuadro 5.5**).

Cuadro 5.5. ► “¿CUÁLES DE LAS SIGUIENTES TECNOLOGÍAS VIENE USANDO EN SU ORGANIZACIÓN? (*)” (por subsector)

	Total	Más de 1.000 empleados	Entre 501 y 1.000 empleados	Entre 51 y 500 empleados	Menos de 50 empleados
Cloud computing	53%	56%	53%	55%	51%
Data analytics/Big data	52%	66%	63%	50%	40%
Internet of things/Sensores	35%	44%	57%	30%	23%
Omnicanalidad	23%	26%	17%	18%	27%
Drones	18%	24%	20%	26%	8%
Machine learning	16%	22%	33%	12%	9%
Inteligencia artificial aplicada	12%	14%	7%	12%	13%
Blockchain	12%	20%	10%	12%	8%
Building Information Modeling	10%	14%	3%	15%	6%
Robotic Process Automation (RPA)	8%	10%	17%	6%	4%
Vehículos eléctricos	8%	20%	7%	6%	3%
Realidad aumentada/Realidad virtual	7%	12%	3%	3%	9%
Impresión 3D/4D	4%	6%	0%	2%	5%
Vehículos autónomos	2%	6%	0%	2%	0%

Fuente: Autores.

(*) Marcar todos los considerados.

⁴⁰ Ver UNCTAD (2009).

⁴¹ Ver Gobierno de Colombia. DANE. Indicadores Básicos de Tenencia y Uso de TIC en Empresas. *Módulo de Tecnologías de la Información y Comunicación - TIC en EAM, EAC y EAS*. Bogotá, Gobierno de Perú. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Perú: *Tecnología de Información y Comunicación en las Empresas. Encuesta Económica Anual*. Lima, Gobierno de Chile. Ministerio de Economía, Fomento, y Turismo. *Informe de resultados: Tecnologías de la información y comunicación en las empresas. Tercera Encuesta Longitudinal de Empresas*. Santiago: octubre.

⁴² Una de las pocas encuestas sistemáticas sobre adopción de tecnologías avanzadas está incluida en Katz et al. (2018).



En general, el foco en la generación, transmisión y análisis de datos que se evidencia en la encuesta es consistente con los **primeros estadios de la transformación digital en una organización**. Las respuestas indican que, en su mayoría, las organizaciones del sector están apuntando a implementar *big data* y analítica de datos (52% de respuestas), unido a la computación en la nube para almacenar, analizar y transmitir estos datos (53%). Estas tecnologías son las de mayor interés, seguidas por el Internet de las Cosas (35%) y la omnicanalidad (23%). También lo son para los diferentes tamaños de organizaciones, especialmente en lo que respecta a *big data*, analítica de datos y computación en la nube. Una ligera desviación se observa para el IoT, donde el 47% de las empresas con más de 500 empleados ya lo está implementando. Por otra parte, las tecnologías que actualmente suscitan menor interés entre los encuestados son los vehículos autónomos (2%), la impresión 3D/4D (4%) y la realidad aumentada/realidad virtual (7%).

En cambio, tecnologías de estadios de digitalización más avanzados, y que ya cuentan con importantes despliegues en los países líderes a nivel mundial, todavía tienen una atención incipiente en ALC. En este sentido, se pueden evidenciar los bajos valores obtenidos por las tecnologías de IA aplicada (12%), la robótica (8%) y los vehículos autónomos (2%). Por otro lado, y relacionado con lo subrayado en la sección 5.1 sobre el **menor nivel de priorización del aspecto medioambiental**, llama la atención el bajo puntaje obtenido por la electrificación, con solo el 8% de las respuestas, en su mayoría provenientes del segmento de transporte terrestre, mientras que en el ámbito internacional es una de las principales tecnologías resaltadas por las empresas de todo el sector transporte.

Al analizar los datos por subsector, se evidencia que **no todas las tecnologías tienen la misma importancia (Cuadro 5.6)**.

Cuadro 5.6. ► “¿CUÁLES DE LAS SIGUIENTES TECNOLOGÍAS VIENE USANDO EN SU ORGANIZACIÓN? (*)” (por subsector)

	Total	Transporte marítimo	Transporte aéreo	Transporte Terrestre
Cloud computing	53%	50%	70%	55%
Data analytics/Big data	52%	52%	65%	45%
Internet of things/Sensores	35%	32%	22%	47%
Omnicanalidad	23%	19%	26%	33%
Drones	18%	22%	9%	12%
Machine learning	16%	16%	30%	10%
Inteligencia artificial aplicada	12%	12%	22%	8%
Blockchain	12%	14%	9%	8%
Building Information Modeling	10%	13%	9%	4%
Robotic Process Automation (RPA)	8%	9%	4%	4%
Vehículos eléctricos	8%	7%	9%	12%
Realidad aumentada/Realidad virtual	7%	7%	13%	6%
Impresión 3D/4D	4%	4%	0%	4%
Vehículos autónomos	2%	3%	0%	0%

Fuente: Autores.

(*) Marcar todos los considerados.

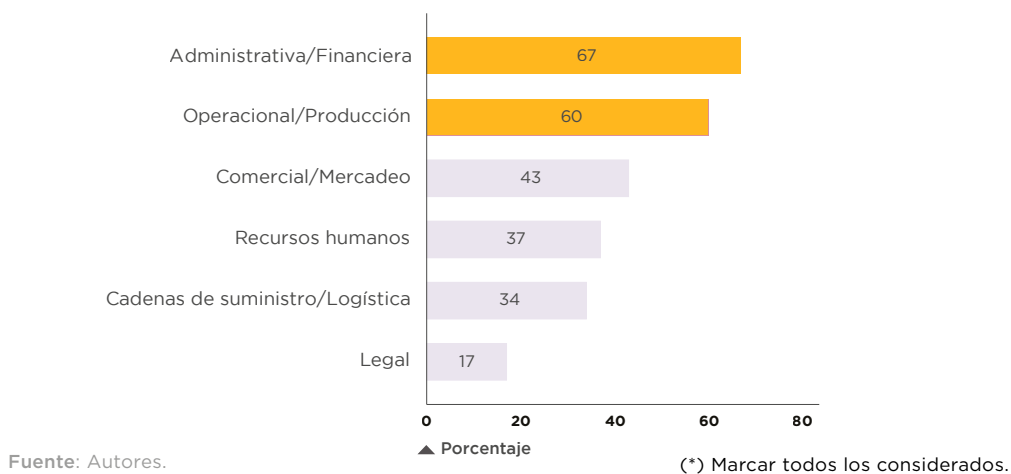


La computación en la nube es particularmente relevante para las organizaciones de transporte aéreo, concentrando el 70% de respuestas, frente al 50% en el caso marítimo y 55% en el carretero. Lo mismo ocurre con el *big data* y la analítica de datos, donde se obtuvo el 65% de las respuestas para el transporte aéreo, frente al 52% en marítimo y 45% en carretero. Esto se explica porque el transporte aéreo ya ha migrado gran parte de sus procesos al espacio virtual, lo que requiere de infraestructura informática de gran calibre, ubicada en la nube, para su funcionamiento y de la gestión y análisis de datos. En consistencia con el mayor avance de este subsector en transformación digital, el aprendizaje de máquinas o *machine learning* recibe gran atención, con el 30% de las respuestas, frente al 16% de las respuestas para el caso marítimo y solo el 10% para el transporte terrestre.

Los resultados muestran que la tecnología IoT tiene mayor tracción en los subsectores de transporte terrestre (47%) y marítimo (32%). Esto es similar a lo que ocurre a nivel internacional, donde ha crecido significativamente la utilización de sensores para gestionar activos de transporte (ver **Capítulo 2**). En ambos casos, es interesante notar los niveles de uso de drones, con 22% en marítimo y 12% en carretero, especialmente para el control de infraestructuras y vehículos.

Respecto a las áreas de la organización donde se utilizan estas tecnologías, dos de cada tres encuestados señalaron a la gestión administrativa y financiera. Esto no sorprende, dado que estos procesos, al ser internos a la organización, cuentan con soluciones ampliamente disponibles en el mercado -tanto en materia de software como de infraestructura tecnológica- y encontrarse muy estandarizados, son los más susceptibles para ser digitalizados en los primeros estadios de la transformación. La gestión de las operaciones también es un área muy relevante, sumando el 60% de las respuestas, lo que se explica por la búsqueda de reducir costos e incrementar la seguridad. Es así que el *big data*, la analítica de datos y la computación en la nube han ganado importancia entre las tecnologías disponibles, al ser fundamentales para digitalizar, automatizar y optimizar procesos. Áreas adicionales de interés mencionadas en los casos de transporte marítimo y carretero son mercadeo y atención al cliente, a fin de ganar mayor presencia de mercado.

Figura 5.3. ► “¿EN QUÉ ÁREAS SU ORGANIZACIÓN HA VENIDO APLICANDO LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL? (*)”





Hacia 2025, los aspectos medioambientales y la generación de nuevos modelos de negocio impulsarán la transformación digital.

Las respuestas acerca de cuáles serán las áreas prioritarias de inversión tecnológica en el mediano plazo sugieren que **el sector ya está apuntando a avanzar en su transformación digital**. En un horizonte de tres años (2025), el 72% sostiene que continuará con la digitalización de los procesos internos a la organización, el 69% incluirá procesos digitales en las relaciones con los clientes y el 53% aplicará tecnologías en materia la seguridad. En este sentido, las inversiones en soluciones digitales seguirán dirigidas hacia el *big data* y la analítica de datos (58%), y se incrementarán también las inversiones en IoT (45%), IA (43%) y vehículos eléctricos (24%, especialmente en el segmento carretero, donde se esperan progresos en el desarrollo de esta tecnología). La mención a vehículos eléctricos muestra que, en el mediano plazo, **el nivel de prioridad del aspecto medioambiental aumentará** para las organizaciones del sector, posiblemente guiado por normativas más rígidas en materia de emisiones.

Un área relevante que aparece a tres años es la innovación en productos y servicios, con el 54% de las respuestas, relacionado con la **generación de nuevos modelos de negocios y flujos de ingreso**. Esto se relaciona con el **concepto más profundo de la transformación digital**, yendo más allá de la mera adopción de tecnología para automatizar procesos y reducir costos, y produciendo, en cambio, una **verdadera discontinuidad tecnológica y transformación de la organización**, para ofrecer un servicio acorde con las necesidades específicas de cada cliente. El progreso en la generación y analítica de datos, la computación en la nube y la implementación de IA será clave para conseguir esas innovaciones.

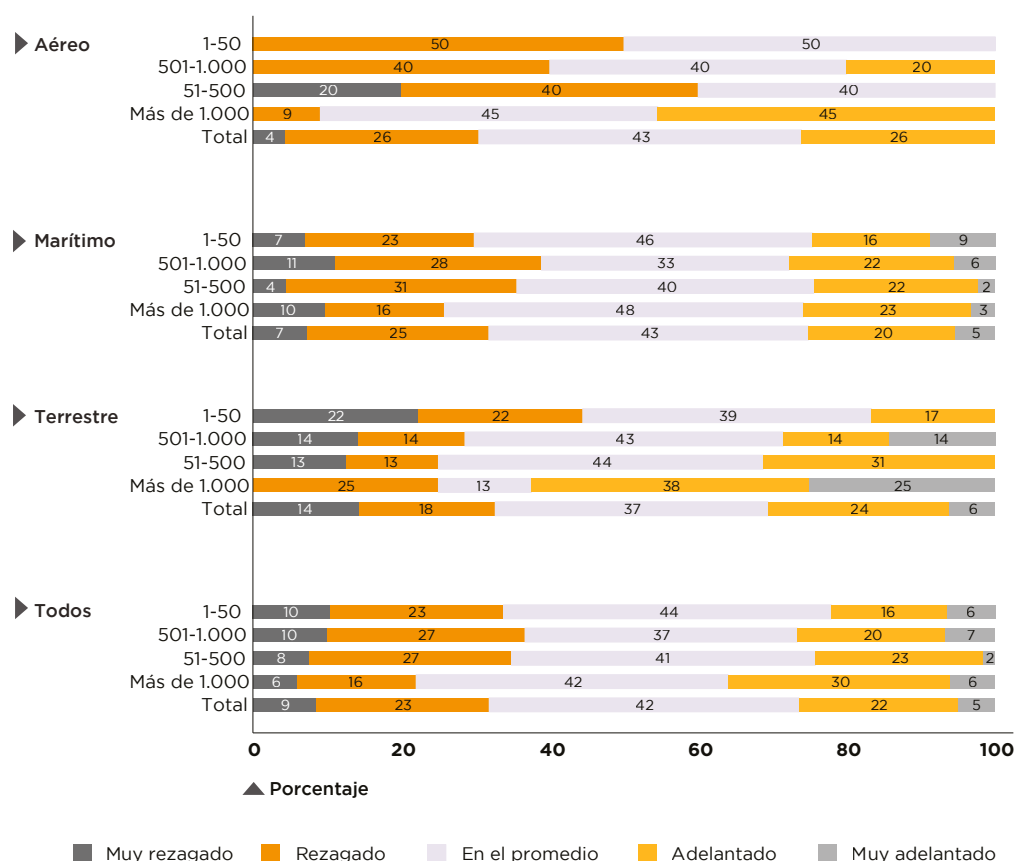


5.3 Estado, incentivos y barreras a la transformación digital

Es interesante notar que cuatro de cada diez actores perciben que su avance en temas de transformación digital se encuentra en el promedio del avance del sector en ALC. Los actores que manifiestan estar rezagados o muy rezagados representan en torno al 30% para el subsector aéreo, siendo ligeramente superior en el caso de transporte marítimo y carretero (32%). Analizando las respuestas según el tamaño de la organización, las de mayor tamaño son quienes más perciben estar adelantadas para su sector en la región (30% para las de más de 1.000 empleados vs. 16% para las de menos de 50) (Figura 5.4).



Figura 5.4. ► “¿CÓMO PERCIBE EL AVANCE DE SU ORGANIZACIÓN EN TEMAS DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL CON RESPECTO AL PROMEDIO DE SU SECTOR EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE?”
(por tamaño de empresa y subsector)

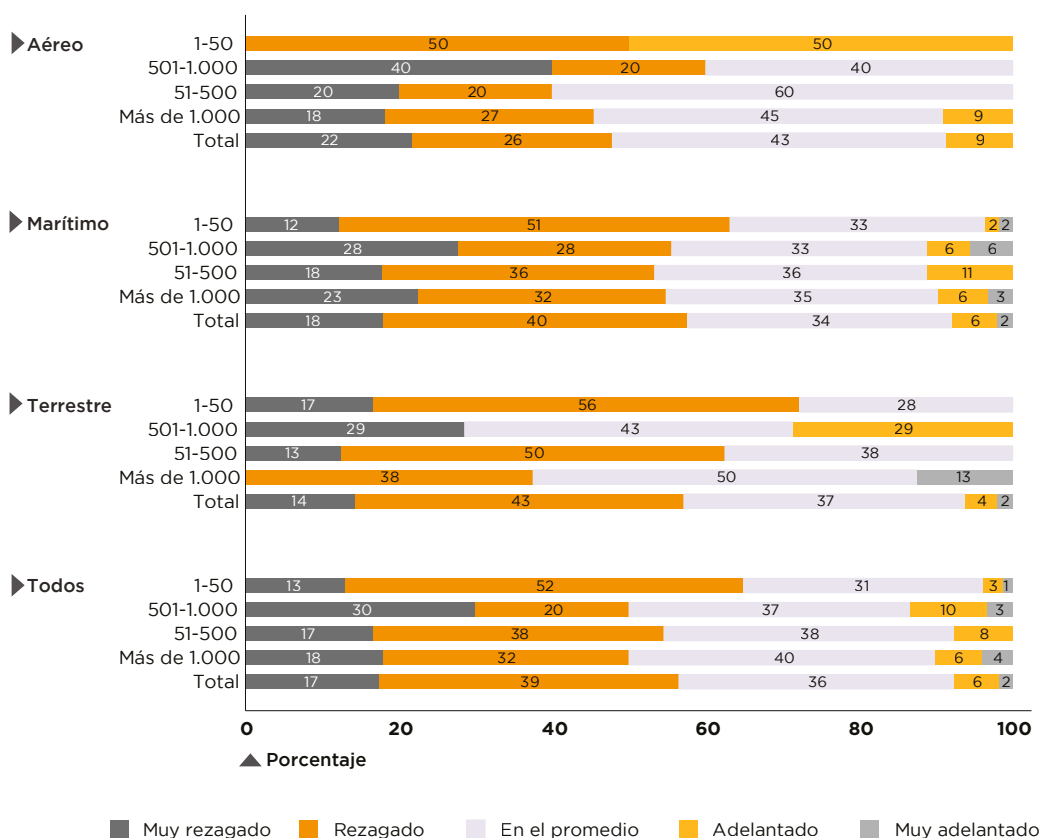


Fuente: Autores.

Ahora bien, cuando la comparación se realiza con el sector en los países líderes a nivel mundial, 56% de los encuestados percibe que **su organización está rezagada o muy rezagada**. La excepción es el sector aéreo, donde uno de cada dos actores sostiene encontrarse en el promedio mundial, frente al 48% que se percibe rezagado o muy rezagado. **Las organizaciones de menor tamaño (menos de 50 empleados) son quienes manifiestan tener mayor atraso**, con el 65% considerándose rezagadas o muy rezagadas, frente al 50% de las organizaciones con más de 1.000 empleados (Figura 5.5).



Figura 5.5. ► “¿CÓMO PERCIBE EL AVANCE DE SU ORGANIZACIÓN EN TEMAS DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL CON RESPECTO A PAÍSES LÍDERES A NIVEL MUNDIAL?”
(por tamaño de empresa y subsector)

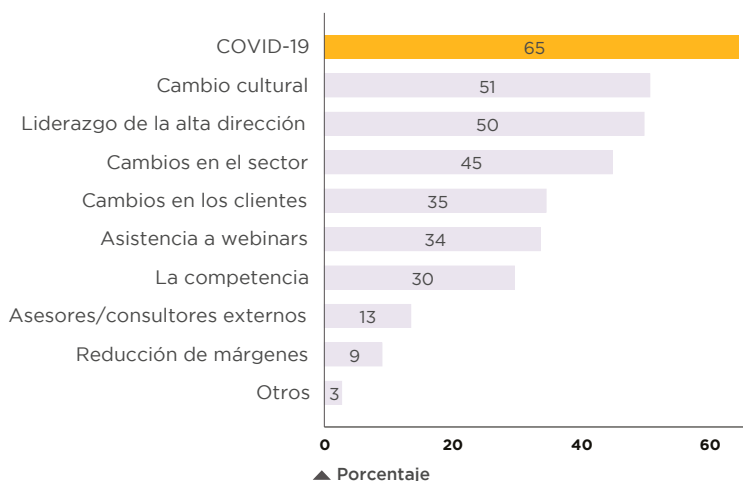


Fuente: Autores.

Dos de cada tres entrevistados señalan a la **pandemia de COVID-19 como un hito acelerador de la transformación digital**, al haber tenido que digitalizar rápidamente procesos y documentos con el fin de poder seguir operando (Figura 5.6). A nivel de subsector, los resultados se mantienen elevados: 70% para el transporte aéreo, 66% para el marítimo y 60% para el carretero. El **cambio cultural y el liderazgo de la alta dirección** son dos factores organizacionales que también puntúan alto en las respuestas obtenidas, con 51% y 50% respectivamente, seguidos por los **cambios a nivel sectorial** (45%) **y en los clientes** (35%). Por su parte, la competencia al interno del subsector y la reducción de márgenes de ganancia tienen un peso pronunciadamente mayor para el transporte carretero (45% y 18%, respectivamente), que para el transporte aéreo (4% y 9%, respectivamente).



Figura 5.6. ► “¿CUÁLES HAN SIDO LOS ASPECTOS QUE MÁS HAN CONTRIBUIDO POSITIVAMENTE AL AVANCE DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN SU ORGANIZACIÓN? (*)”



Fuente: Autores.

(*) Marcar todos los considerados.

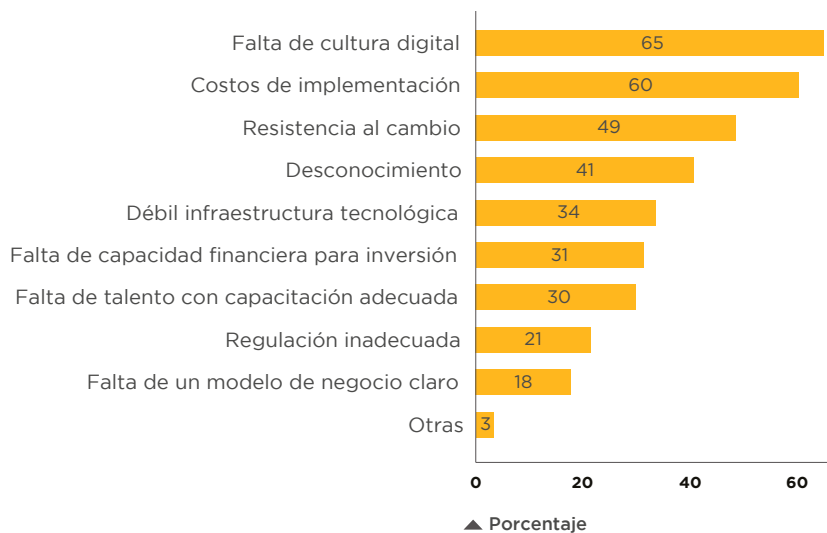
Al segmentar por tamaño de la organización, se evidencia una mayor influencia en las empresas grandes del liderazgo de la alta administración (56% para organizaciones de más de 1.000 empleados vs. 37% para las de menos de 50) y de las presiones competitivas por cambios en el sector (58% vs. 42%). Esto último es consistente con el proceso por el cual comienza la transformación digital detallado en el **Capítulo 3**, donde la competencia entre empresas líderes incentiva a avanzar en dicha transformación. De hecho, la presión competitiva es señalada como un impulso a la innovación por el 38% de las organizaciones grandes encuestadas vs. el 23% de las organizaciones de menor tamaño.

Con respecto a las barreras a la transformación digital, junto a los **costos de implementación** (60%) los encuestados resaltan tres aspectos internos a la organización, a saber: la **falta de cultura digital** (65%), la **resistencia al cambio** (49%) y el **desconocimiento** (41%). Este último es señalado más por las organizaciones de menor tamaño (42% para las de menos de 50 empleados vs. 33% para las de más de 1.000). Otros aspectos que puntúan alto son la brecha de infraestructura tecnológica (34%) y la falta de talento con capacitación adecuada (30%) (Figura 5.7). La relevancia de estos factores se mantiene a nivel subsectorial.

65% de los encuestados señalan a la falta de cultura digital como la gran barrera para la transformación de su organización.



Figura 5.7. ► “¿QUÉ LIMITACIONES HA ENCONTRADO PARA AVANZAR EN LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE SU ORGANIZACIÓN? (*)”

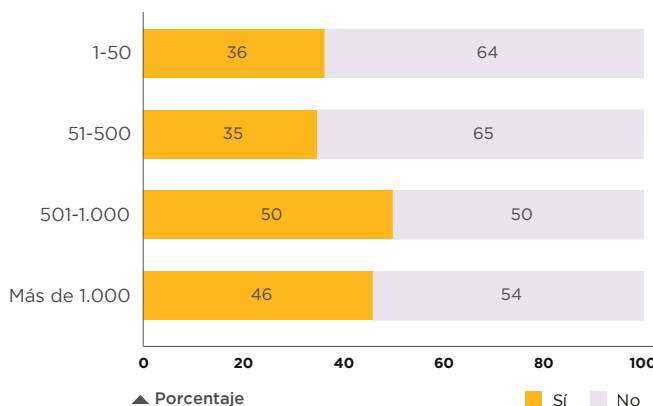


Fuente: Autores.

(*) Marcar todos los considerados.

Un aspecto interesante que surge de las respuestas a la encuesta es el desconocimiento no solo sobre la transformación digital y sus beneficios a nivel general, sino también los propios beneficios que se estarían obteniendo de los procesos ya iniciados por las organizaciones. Seis de cada diez encuestados respondió que sus organizaciones no cuantifican el impacto de las inversiones en transformación digital *vis à vis* los objetivos que las motivan. El caso más agudo es el de transporte marítimo, donde el 64% de las respuestas indican que no realizan esta medición. Segmentando por tamaño de la organización, el 36% de las organizaciones de menor tamaño miden impacto, frente al 46% de las grandes (Figura 5.8). Esto repercute en la falta de caso de negocio para avanzar en la transformación digital. En las organizaciones donde sí se miden los impactos, el 27% lo hace en materia de eficiencia de procesos, el 21% en ingresos y costos y el 18% en satisfacción al cliente.

Figura 5.8. ► “¿HA CUANTIFICADO EL IMPACTO DE LAS INVERSIONES QUE SU ORGANIZACIÓN HA HECHO EN LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL?”



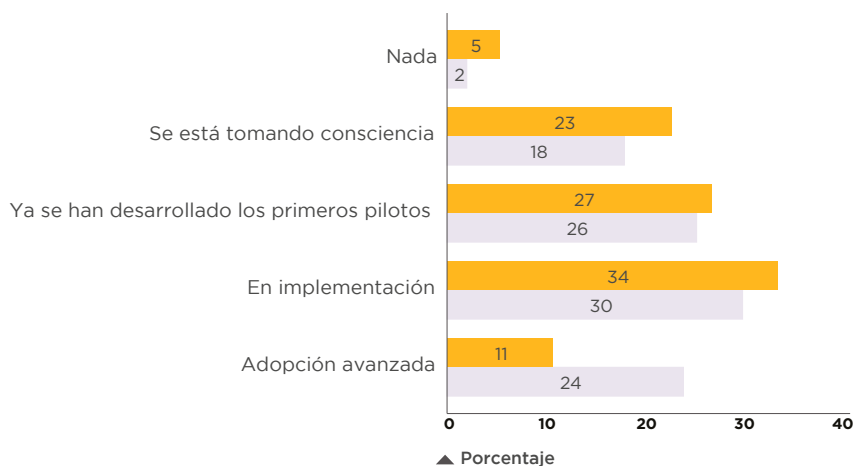
Fuente: Autores.



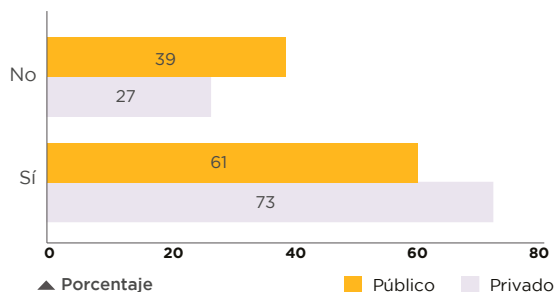
5.4 Perspectiva de los sectores público y privado

De acuerdo con los resultados de las encuestas, **las organizaciones del sector privado se encuentran más adelantadas en su proceso de transformación digital**: cerca del 30% de los encuestados del sector público manifiestan que recién se está tomando conciencia, o que aún no han avanzado en este sentido, frente al 20% del sector privado (Figura 5.9). De la misma manera, alrededor del 40% de las organizaciones del sector público no cuenta con una estrategia de transformación digital, mientras que esta cifra es del 27% para el sector privado.

Figura 5.9. ► “¿HOY EN DÍA, CUÁNTO CONSIDERA USTED QUE SU ORGANIZACIÓN HA AVANZADO EN LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL?”



► “¿TIENE SU ORGANIZACIÓN UNA ESTRATEGIA DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL?”

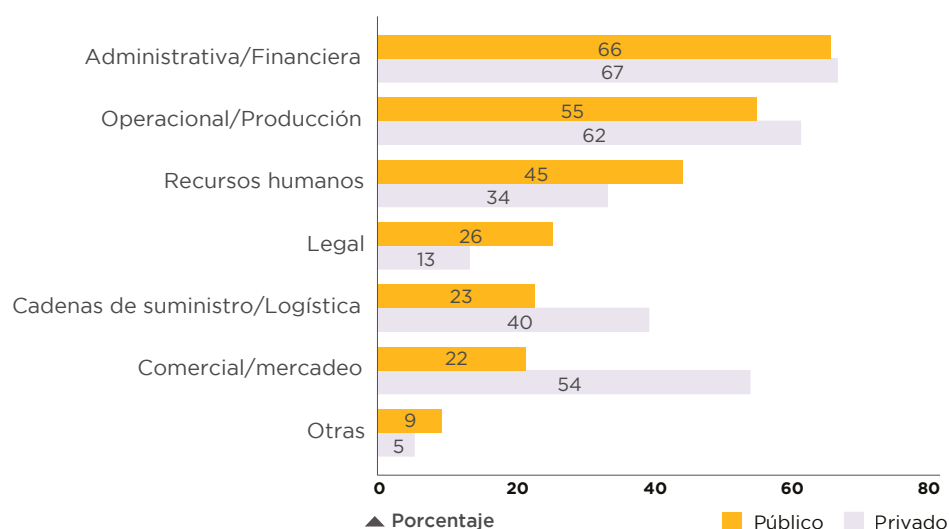


Fuente: Autores.



Para las organizaciones que sí han comenzado la transformación, existe consenso entre los sectores en enfocarse en **procesos administrativos y financieros** (en torno al 67% para ambos sectores) y operativos (60% promedio). Fuera de esto, cada sector centra sus esfuerzos en los aspectos de mayor relevancia para su funcionamiento: así, el sector privado señala a las **áreas comerciales/de mercadeo** (54%) y a la cadena de suministro/logística (40%) como principales áreas de foco para la transformación, mientras que las respuestas del sector público apuntan al área de recursos humanos (45%) y legal (26%) (Figura 5.10).

Figura 5.10. ► “¿EN QUÉ ÁREAS SU ORGANIZACIÓN HA VENIDO APLICANDO LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL? (*)”



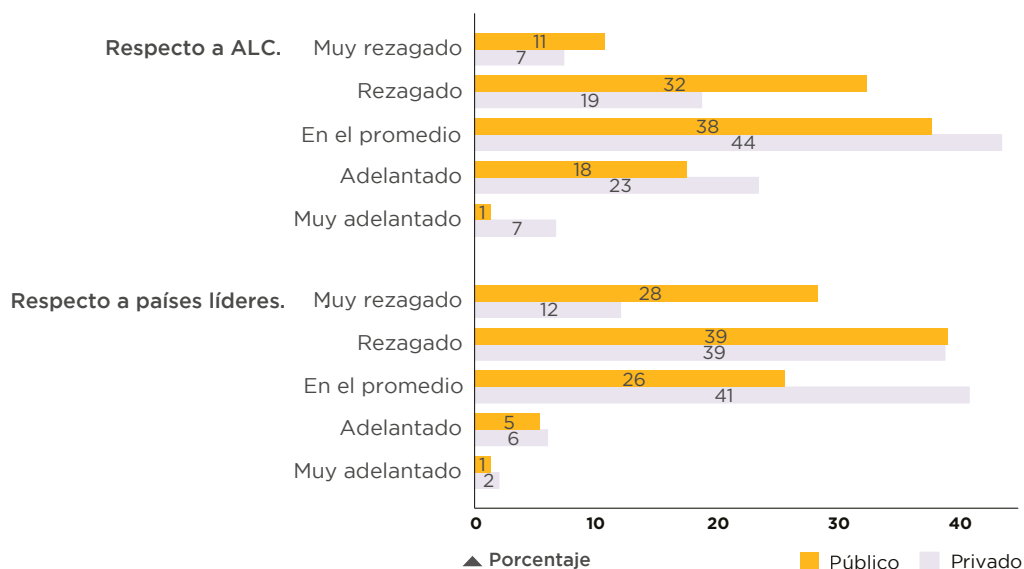
Fuente: Autores.

(*) Marcar todos los considerados.

Es relevante notar que el 43% de las **organizaciones del sector público encuestadas se percibe como rezagada o muy rezagada** frente al promedio de ALC. Esta cifra asciende al 67% cuando se comparan con países líderes a nivel mundial. En el caso del sector privado, el 44% percibe estar en el promedio de su sector para ALC e, inclusive, 23% manifiesta estar adelantado. Al compararse con el sector privado en países líderes, las organizaciones del sector privado que consideran ubicarse en el promedio (41%) es significativamente mayor que las del sector público (26%) (Figura 5.11).



Figura 5.11. ► “¿CÓMO PERCIBE EL AVANCE DE SU ORGANIZACIÓN EN TEMAS DE TRANSFORMACIÓN DIGITAL?”



Fuente: Autores.

Al ser consultados acerca de los objetivos de inversión para la transformación de su organización, el 89% de los encuestados del sector público señaló automatizar procesos, lo cual es consistente con la meta de digitalización y agilización de trámites administrativos, especialmente a partir de la pandemia de COVID-19. Respecto al concepto de transformación digital estipulado en el **Capítulo 1**, estos objetivos son más propios de los **primeros estadios de la transformación**, en comparación con los más avanzados, donde existe una verdadera discontinuidad tecnológica y una transformación profunda de la organización. Las entrevistas sugieren que, en muchos casos, en vez de repensarse los procesos para una mejor operación y servicio al cliente, se automatizan o digitalizan procesos menos eficientes. Mejorar la seguridad (61%), reducir costos (60%) y contribuir a los objetivos ambientales (47%) son otros objetivos importantes que motivan la inversión.

En el caso del sector privado, si bien coinciden en señalar esas temáticas, emergen también aspectos como ganar presencia online (46%) y mejorar la cuota de mercado (39%), en línea con las presiones competitivas que estimulan la transformación digital. Para lograr tales objetivos, ambos sectores señalan al *big data* y analítica de datos, unido a la computación en la nube, como las tecnologías que más vienen utilizando en sus organizaciones. En cambio, la IA, el IoT, la robótica y la omnicanalidad tienen mayor presencia en las organizaciones privadas. La inversión en estas tecnologías evidencia una concepción más avanzada de la transformación digital en el sector



La pandemia de COVID-19 es el hito que más ha impulsado la transformación digital del transporte en ALC.

privado. Allí, la transformación va más allá de la mera adopción de tecnología para automatizar procesos y reducir costos, produciendo, en cambio, una **verdadera discontinuidad tecnológica** y una transformación de la organización, a fin de ofrecer un servicio acorde con las necesidades específicas de cada cliente. Esta concepción está **particularmente arraigada en las compañías aéreas**, muy en línea con lo que sucede a nivel global (ver **Capítulo 2**). Aquí, el objetivo de la utilización de la tecnología no es la tecnología en sí, sino que apunta a mejorar el viaje del cliente de inicio a fin, con la menor cantidad de contactos posibles y todo al alcance de los dispositivos móviles.

La pandemia de COVID-19 es indicada por los encuestados como el hito que más ha impulsado la transformación digital, especialmente en el sector público (72%, frente al 62% de respuestas del sector privado). Otros aspectos que puntúan más alto para las organizaciones públicas son los cambios por los que está atravesando el sector transporte, la formación en nuevas habilidades y las asesorías externas. Para las organizaciones privadas, tienen mayor importancia los cambios en sus clientes y en la competencia.

Pensando en el mediano plazo (2025), la mejora de los procesos internos, la innovación en productos y la creación de nuevos modelos de negocio y flujos de ingresos son objetivos para los cuales los encuestados de ambos sectores creen que será clave avanzar en la transformación digital. A la vez, los resultados sugieren un mayor foco del sector público en las relaciones con clientes, colaboración con terceros y seguridad, lo que es promisorio vista la necesidad de avanzar en una mayor simplificación, visibilización y colaboración a lo largo de los procesos de transporte, como ha sido señalado en el caso de los países líderes. En relación con las tecnologías, se evidencia una mayor diversificación en las respuestas, especialmente en el caso del sector público, sumando tecnologías como IA, IoT, robótica, drones y vehículos eléctricos al *big data* y la computación en la nube, ya priorizados en la actualidad. Es así como, en el mediano plazo, se entrevé una intención de ir hacia estadios más avanzados de la transformación digital y hacia esa concepción más profunda de la misma que hoy ya tienen las líneas aéreas de ALC.

Respecto a las barreras para la transformación digital, la falta de cultura digital y la resistencia al cambio son aspectos señalados por ambos sectores. Por su parte, las organizaciones públicas indican con mayor frecuencia las limitaciones de recursos tanto financieros (46% vs. 24% sector privado) como humanos (35% vs. 27%), los costos de implementación de las tecnologías (69% vs. 56%) y la falta de una infraestructura tecnológica adecuada (52% vs. 24%). La falta de medición de los impactos de las inversiones realizadas en tecnología no ayuda a contrarrestar la resistencia interna o a mejorar el nivel de priorización de estas inversiones. Estas mediciones son realizadas por apenas el 32% del sector público y 44% del sector privado.



43% “ de las entidades públicas encuestadas se percibe como rezagada o muy rezagada en materia de transformación digital frente al promedio de la región. ”



5.5 Perspectiva de los sectores público y privado

La transformación digital está en la agenda del sector marítimo de ALC como **uno de sus temas más relevantes**. El 72% de los encuestados respondió que su organización cuenta con una estrategia de transformación digital. Además, su implementación ya se encuentra en marcha, con 27% desarrollando los primeros pilotos y 17% señalando que cuenta con una adopción avanzada. Estos datos muestran un progreso significativo frente a lo relevado en 2019 por el BID, donde los entrevistados mencionaban que la digitalización no era prioritaria para el sector en ALC, sino que se consideraba como un aspecto a tener en cuenta en el largo plazo (Calatayud & Katz, 2019).

Existen múltiples ejemplos de avance en la digitalización del sector en ALC, de los cuales aquí mencionamos solo algunos. SPA, la empresa estatal brasileña que opera el puerto de Santos, lanzó en 2021 la convocatoria de licitación pública para el despliegue de IoT en todo el puerto. Puerto Bahía, terminal de Cartagena, está implementando el proyecto DigiPort con el objetivo de crear el principal puerto inteligente del país. La iniciativa se enfoca en cuatro aspectos: modelos de negocio, procesos internos, experiencia del cliente y cultura organizacional. Barranquilla implementó en 2019 un Terminal Operating System (TOS), que permitió la continuidad de las operaciones de forma automatizada y segura durante la pandemia de COVID-19. Los puertos de Kingston en Jamaica y Valparaíso en Chile ya cuentan con Sistemas de Comunidad Portuaria, los que están en proceso de ampliación para incluir módulos de análisis con IA. En Paraguay, algunos puertos fluviales han incrementado el monitoreo y la trazabilidad de contenedores mediante GPS e identificación por radio frecuencia. De manera similar, algunas de las terminales más avanzadas de Argentina están introduciendo soluciones de IoT para verificar las condiciones de granos en silos, drones para la gestión de inventario y sistemas basados en inteligencia artificial para responder a consultas de clientes. Varios puertos de ALC han implementado sistemas de turnos, mediante los cuales se asigna un día y hora específicos para que los camiones realicen operaciones de carga y descarga en dichos puertos.

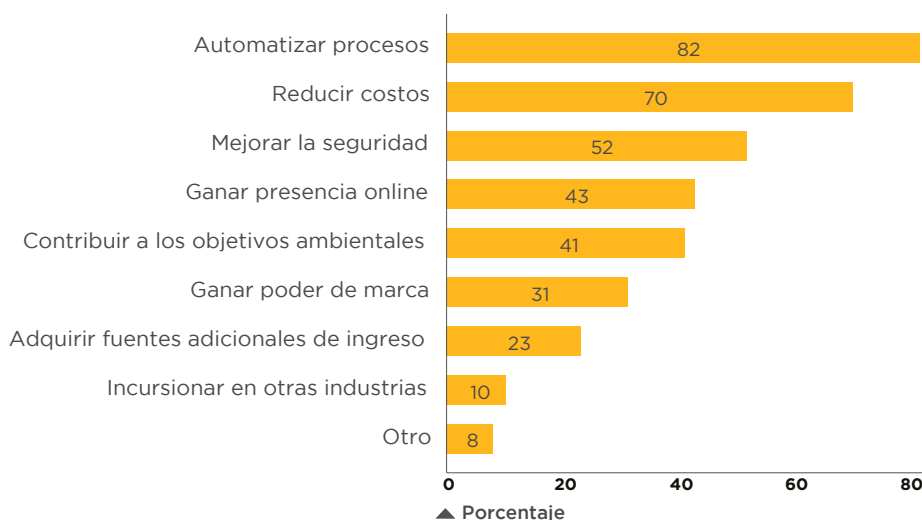
72% de los encuestados del sector marítimo afirma que su organización cuenta con una estrategia de transformación digital.

Argumentos económicos como la automatización de procesos (82%) y la reducción de costos (70%), junto con la mejora de la seguridad (52%), ganar presencia online (43%) y la contribución a los objetivos medioambientales (41%) son los **principales objetivos** que motivan la inversión (Figura 5.12). Al analizar las respuestas de las organizaciones privadas, emerge también la atención a generar nuevas fuentes de ingreso (19%) e incursionar en otras industrias (9%), lo que está en línea con las tendencias globales del sector en cuanto a buscar una mayor integración vertical y hacer de los datos y plataformas con



las que cuentan una importante área de negocio (ver [Capítulo 2](#)). En efecto, en la región ya se encuentran en funcionamiento plataformas ofrecidas por las grandes empresas navieras para realizar reservas, monitorear el estado de las mercancías en tránsito y cumplir con requisitos administrativos, lo que es un negocio adicional al tradicional transporte marítimo. Al igual que las grandes líneas aéreas de ALC, las empresas navieras están progresando así hacia la implementación de un **concepto más profundo de la transformación digital**, que implica una verdadera discontinuidad tecnológica y un cambio organizacional.

Figura 5.12. ► “¿CUÁLES SON LOS OBJETIVOS DE INVERSIÓN PARA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN SU ORGANIZACIÓN? (*)”



Fuente: Autores.

(*) Marcar todos los considerados.

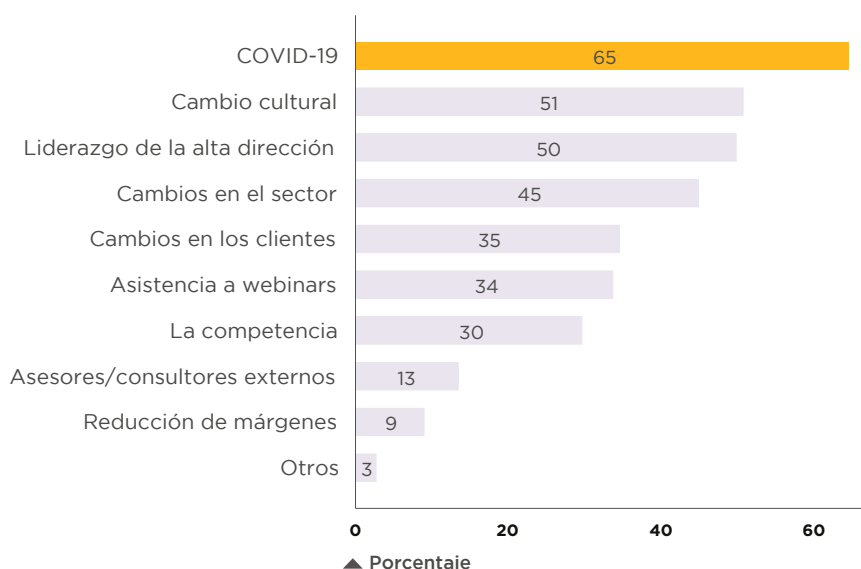
En las entrevistas realizadas para el presente estudio, se mencionan **tres factores clave que explican el avance respecto a 2019**: (i) el impulso dado a la transformación digital por parte de las grandes navieras y operadores de terminales a nivel internacional, que ha llegado como “efecto cascada” a ALC a través de la red de transporte marítimo internacional y de las concesiones de terminales portuarias en la región (véase **Capítulo 3**); (ii) la disminución de los costos de la tecnología, que ha mejorado significativamente el plazo de retorno a la inversión⁴³; y (iii) la pandemia de COVID-19, que ha requerido digitalizar rápidamente trámites y procesos para realizarlos con mínima intervención humana, evitando así la expansión de los contagios. En particular, seis de cada diez organizaciones afirman en la encuesta que la pandemia ha tenido un efecto catalizador de la transformación digital para el sector. Por su parte, 50% resalta al liderazgo de la alta gerencia, 45% a los cambios en el sector y 35% a los requerimientos de los clientes como razones de progreso, en línea con el primer factor mencionado en las entrevistas (Figura 5.13). Un aspecto a notar es que

⁴³ Uno de los entrevistados menciona que en 2013 el plazo de retorno de la inversión para un sistema de ORC era de seis años, mientras que en 2019 este plazo se había reducido a un año.



mientras la emergencia medioambiental es una de las principales razones que motivan la transformación digital en los países líderes, cosa que también emerge de la encuesta regional, las entrevistas sugieren que juega un rol mucho menos importante en ALC al compararlo con factores económicos.

Figura 5.13. ► ¿CUÁLES HAN SIDO LOS ASPECTOS QUE MÁS HAN CONTRIBUIDO AL AVANCE DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN SU ORGANIZACIÓN? (*)



Fuente: Autores.

(*) Marcar todos los considerados.

A pesar de los avances realizados en el sector, al segmentar las respuestas aquí obtenidas entre **sectores público y privado**, puede observarse que el grado de concientización sobre la importancia de la transformación digital y su implementación es aún dispar en ALC: tres de cada diez organizaciones públicas solo están tomando conciencia o no han avanzado nada en la digitalización (18% para el sector privado) y 41% no posee una estrategia al respecto (22% para el sector privado). Como consecuencia, el 39% manifiesta estar rezagada o muy rezagada respecto a la situación en su sector en ALC (24% para el sector privado). Al compararse con el sector en países líderes, esta cifra asciende al 74%. En este último caso, la cifra también es alta para las organizaciones privadas: una de cada dos empresas considera que su organización está rezagada frente a los líderes mundiales.

La información recogida en las entrevistas a los líderes del sector señala que los puertos que cumplen un rol de *hub* global o regional y donde operan gestores de terminales pertenecientes a holdings multinacionales, como Balboa, Colón y Cartagena, son las organizaciones con mayor nivel de desarrollo. Unido a ello se indican casos donde el fomento de la transformación digital ha sido definido como prioridad sectorial -como el caso de Chile con el mandato de su Ministerio de Transporte de avanzar en la digitalización para el fortalecimiento del sector logístico. Un relevamiento de los once



puertos de la región con mayor tráfico de contenedores indica una adopción casi completa de tecnología de IoT y un avance importante en sistemas robóticos. Por otro lado, la adopción de redes de telecomunicaciones 5G privadas, un componente esencial de la infraestructura de puertos inteligentes y hacia lo cual están avanzando los puertos líderes a nivel mundial, todavía no está priorizada entre las metas de corto plazo (ver **Cuadro 5.7**).

**Cuadro 5.7. ► ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS AVANZADAS
EN PRINCIPALES PUERTOS (SEGÚN TEUS, 2021)**

Puerto	TEUs (millones) (2019)	Automatización y sistemas robóticos	Internet de las cosas	Inteligencia Artificial	Realidad Virtual/ Realidad aumentada	Blockchain	Analítica de datos	Drones	Redes 5G privadas
Balboa (Panamá)	2,90	No	Sí	Sí	Sí	No	EI	No	No
Buenos Aires (Argentina)	1,49	EI	No	No	No	No	No	No	No
Callao (Perú)	2,31	Sí	Sí	EI	No	EI	EI	No	No
Cartagena (Colombia)	2,93	EI	Sí	No	Sí	EI	No	No	No
Colón (Panamá)	4,38	Sí	Sí	Sí	---	---	---	---	---
Guayaquil (Ecuador)	1,94	No	Sí	No	Sí	Sí	No	No	No
Kingston (Jamaica)	1,65	---	---	---	---	Sí	---	Sí	---
Manzanillo (México)	3,07	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	EI	No
San Antonio (Chile)	1,71	Sí	Sí	No	No	EI	No	No	No
San Juan (Puerto Rico)	1,51	---	Sí	---	---	---	---	---	---
Santos (Brasil)	3,90	---	EI	---	---	---	---	---	EI

Notas: TEUs (Twenty-Foot Equivalent): Volumen de contenedores equivalente a veinte pies. EI: en implementación.

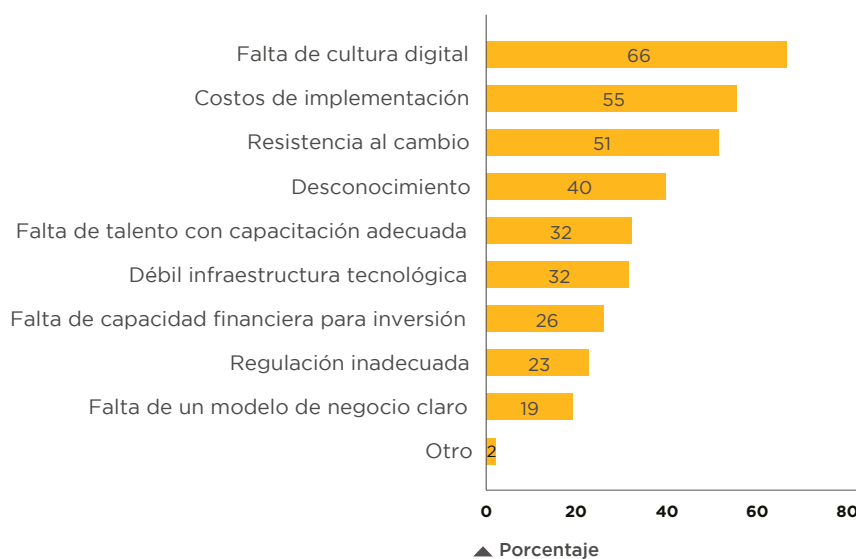
Fuente: Elaboración propia con base en Placek (2021), STC International (2020), Bnamericas (2021) y Jamaica Customs Agency (2020).

Respecto a las **barreras para avanzar en la transformación digital**, las organizaciones públicas y privadas del subsector de transporte marítimo tienden a coincidir en que las principales son: (i) la falta de cultura digital (66%), sea por desconocimiento (40%) o por resistencia al cambio (51%), entre otros; (ii) los costos (55%) y falta de recursos financieros (26%) y humanos (32%); (iii) la falta de infraestructura tecnológica (31%, aunque más grave en el sector público con 56%); y (iv) la falta de un modelo de negocio claro (19%), especialmente para el sector público (27%) (Figura 5.14). Sobre la barrera cultural, los entrevistados mencionan que existe un fuerte apego a los procesos manuales, los cuales varían según el puerto, la naviera y los entes gubernamentales, así como a tener la



documentación por escrito. Muchas normativas requieren aún documentos físicos, inclusive en el caso en que también exista su contraparte digital. Existen aquí barreras normativas a nivel local, país e internacionales que derivan en que, por ejemplo, el 99% de las cartas de porte todavía se encuentren en papel. Si bien se han realizado progresos en el contexto del trabajo de UNCEFACT, la falta de acuerdo con nivel internacional sobre los estándares para la recolección, clasificación y transmisión de la información ha dificultado lograr la digitalización de este y otros documentos que acompañan a las operaciones marítimo-portuarias.

Figura 5.14. ► “¿QUÉ RESTRICCIONES/LIMITACIONES HA ENCONTRADO PARA AVANZAR EN LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE SU ORGANIZACIÓN? (*)”



Fuente: Autores.

(*) Marcar todos los considerados.

A la vez, el **desconocimiento sobre los beneficios de las tecnologías** alimenta la barrera cultural. En el caso de las terminales portuarias, por ejemplo, sus gestores han sido tradicionalmente expertos en sus operaciones, no en tecnologías de información y comunicación, por lo que se requiere un esfuerzo adicional para identificar soluciones en una región con un menor nivel de madurez tecnológica y convencer a quienes toman decisiones acerca de lo que las nuevas tecnologías pueden aportar. Inclusive, cuando realizan inversiones, el 73% no mide su impacto, lo cual dificulta evidenciar los beneficios de las mismas para los tomadores de decisiones y justificar una mayor dedicación de recursos. Ahora bien, a pesar de estas limitaciones, los entrevistados mencionan que el progreso del sector a nivel mundial, la presión competitiva, los requerimientos de mayor visibilidad por parte de sus clientes y el intercambio de experiencias con puertos fuera de la región -por ejemplo, Amberes, Rotterdam y Hamburgo- y dentro de la misma -señalan a San Antonio y a Cartagena-, están impulsando a las organizaciones a realizar cambios internos y promover la



41% de las Autoridades Portuarias de ALC encuestadas no posee aún una estrategia de transformación digital.

cultura digital. En este sentido, la convicción de los cargos directivos en ALC es que muy pronto deberá decidirse entre “transformarse o salir del mercado” para el caso privado y “transformarse o perder competitividad a nivel país” para el caso público.

La segunda barrera es la **falta de recursos financieros**, lo cual es especialmente **crítico en el sector público**. Mientras que las grandes compañías del sector vienen dedicando parte de su presupuesto a mejorar su infraestructura, herramientas y conocimiento tecnológico, las agencias del sector público suelen carecer de estructuras organizacionales dedicadas, en la forma de unidades con mandato claro y dotadas de presupuesto y personal, como sí lo muestran las agencias líderes en Amberes, Rotterdam y Hamburgo (véase **Capítulos 4 y 6**). Inclusive, los planes de recuperación post pandémica de la Unión Europea han dotado de mayores recursos a las iniciativas públicas para promover la utilización de tecnologías en el transporte, como mecanismo para lograr una mayor sostenibilidad y resiliencia en el sector. Esto está alineado con la Agenda de Digitalización 2030 europea, que provee un horizonte estratégico y un marco normativo que confiere prioridad a la transformación digital de todos los sectores, incluyendo el transporte. En ALC existen diferentes grados de avance en la elaboración e implementación de una estrategia digital macro. Sin embargo, como muestran los resultados de la encuesta, las estrategias de transformación digital a nivel sectorial no predominan, con un 41% de las entidades públicas afirmando no poseerla aún. Muchas agencias siguen focalizando su estrategia en la infraestructura física, cuando la digitalización es clave para hacer más eficiente el uso de la infraestructura disponible y reducir necesidades de inversión.

La escasez de recursos financieros también repercute en la **dotación de personal**. Mientras que las Autoridades Portuarias de los países líderes ya cuentan con sus propios equipos de transformación digital, dirigidos por la figura de *Chief Information Officer*, en ALC se evidencia la falta de perfiles profesionales familiarizados con las nuevas tecnologías y su aplicación al sector y a los procesos de las entidades públicas, la elevada rotación del personal y el escaso acceso de los profesionales a cursos de capacitación. Al respecto, los entrevistados mencionan que, en muchos casos, es el sector privado quien actúa como educador del personal público.

La **necesidad de infraestructura tecnológica** que emerge de la encuesta no solo se refiere a dispositivos, que suelen llegar a la región con demora respecto a los países avanzados, sino especialmente a la infraestructura de telecomunicaciones. La transformación digital no es posible sin una infraestructura de telecomunicaciones que provea cobertura y velocidad en la captura y transmisión de información, y en el análisis de datos cuando se utilizan servicios en la nube. Es por esta razón que, a nivel mundial, los actores líderes en el sector están ya empleando redes 5G. Este es el caso visto en el **Capítulo 2** sobre puertos de diferente tamaño, quienes han desplegado 5G para poder avanzar con los tests de vehículos autónomos y gemelos digitales. En comparación, en la región son escasos los puertos que cuentan con su propia red privada y, cuando lo hacen, la tecnología empleada es 4G o menor. Al respecto, los entrevistados mencionan que la escasa **coordinación entre las agencias públicas de transporte y de telecomunicaciones** no contribuye a cerrar la brecha



de conectividad en el sector. También existe desconocimiento y la falta de atención a los **desafíos de ciberseguridad** que implican las nuevas tecnologías. Finalmente, al igual que en otros sectores del transporte, se evidencian retos en cuanto a la **gobernanza y gestión de los datos**.

Una barrera muy mencionada en las entrevistas a los líderes del sector en ALC, y que replica lo relevado en 2019, es la persistencia de la **falta de integración de sistemas entre actores del ecosistema marítimo-portuario**. Esta falencia se menciona, inclusive, para los actores de diferentes terminales dentro de un mismo puerto. Ahora bien, son las limitaciones de integración de sistemas y de compartición de información con las agencias del sector público y con las empresas de transporte carretero donde más énfasis se hace en las entrevistas, con la excepción de donde se posee un Sistema de Comunidad Portuaria. Se destacan los avances realizados por algunos puertos de la región mediante la implementación de sistemas de turnos para camiones pero, en general y al igual que en 2019, continúa afirmándose que el camión sigue siendo el eslabón más débil de la digitalización del transporte. De otro lado, también se menciona que falta coordinación y coherencia entre puertos e, inclusive, terminales portuarias dentro de un puerto, lo que multiplica los sistemas a utilizar y crea mayor complejidad en los procesos.

Ciertamente, las razones detrás de estas falencias pueden deberse al rezago en la adopción de tecnología por parte de tales actores, pero existen también componentes relacionados con la **falta de confianza y de coordinación entre los mismos**⁴⁴. Las grandes empresas del sector tienen reticencia a compartir datos con sus competidores, ya sean empresas de transporte o terminales portuarias, dado que ven en ello una pérdida de ventaja competitiva. Así, han surgido plataformas alternativas de integración de procesos y sistemas que son impulsadas por una u otra empresa de transporte, pero que enfrentan la renuencia de sus competidores a unirse a las mismas.

Es allí donde las **Autoridades Portuarias de los países líderes** a nivel mundial están cumpliendo un rol importante para facilitar y orquestar la colaboración de los diferentes actores del sector privado que confluyen en un puerto. Para ello, han construido relaciones de colaboración con quienes han identificado como una *coalition of the willing*, usualmente en torno a un tipo de carga al principio, y traído a la mesa a las agencias del sector público que también intervienen en los procesos marítimo-portuarios. Los entrevistados señalan que en los países líderes las Autoridades Portuarias han sido especialmente clave para ayudar a construir un modelo de gobernanza de los datos, que brinda claridad sobre qué y cómo compartir información, quién tiene acceso a ella y cuáles son los usos de la misma. Al comparar estas experiencias con las de ALC, los entrevistados señalan que una importante diferencia con la región parte de que Barcelona, Rotterdam, Hamburgo, entre otros, han pasado por un cambio profundo en su concepción como puerto, de considerarse mera infraestructura de transporte a verse como nodo de cadena de suministro. Como consecuencia, el objetivo ha sido reforzar la colaboración e integración de información, procesos y hasta estrategias

⁴⁴ Estas falencias son superadas en los puertos de propiedad privada de las grandes empresas exportadoras de materias primas y productos agroindustriales, donde los fallos de coordinación entre actores, en especial en cuanto a la transmisión e integración de sistemas de información suele ser superado por la pertenencia a una misma empresa.



En los puertos líderes a nivel mundial, otra manera de conectividad, la digital, comienza a verse como un atributo esencial para la competitividad, tan importante como la conectividad marítima.

con los usuarios del puerto -navieras, *freight forwarders*, transportadores terrestres, importadores y exportadores-, a fin de reducir tiempos y costos para ellos. Por lo contrario, los entrevistados indican que los espacios de diálogo entre las agencias públicas y los clientes son escasos, fragmentados y puntuales para resolver algún problema específico. No suele contarse con mesas de diálogo de la comunidad portuaria, sobre la base de lo cual en los países líderes ha surgido posteriormente un Sistema (informático) de Comunidad Portuaria.

En particular, los entrevistados destacan la **focalización en el cliente que poseen los puertos líderes**. Este cliente ya no es la naviera o el *freight forwarder*, sino la empresa importadora y exportadora, que cada vez requiere mayor rapidez, eficiencia y visibilidad en los procesos de transporte, especialmente a partir de las disrupciones generadas por la pandemia de COVID-19. En el caso de dichos puertos, estos agentes pueden llevar su carga a otros puertos, por lo cual la presión competitiva incentiva la transformación digital a fin de preservar e, inclusive, ganar nuevos clientes. Es así que **otra manera de conectividad, la digital, comienza a verse como un atributo esencial para la competitividad de un puerto, tan importante como la conectividad marítima**. Por eso, los puertos líderes están apuntando a un proceso profundo de transformación digital, con una verdadera discontinuidad de procesos y negocios, focalizados en el cliente. Sin embargo, las entrevistas destacan que, con la excepción del Caribe, el caso de ALC es diferente, puesto que el impulso dado por la presión competitiva en Europa, por ejemplo, suele verse diluido por la presencia de un único puerto que captura toda la carga nacional.

Otro aspecto para enfatizar de la experiencia internacional es que los puertos líderes han promovido la **colaboración con el entorno urbano** en el que se desarrollan las actividades portuarias. Por ejemplo, en su ejercicio de planificación estratégica, Barcelona incluyó a más de 200 participantes para definir la visión del puerto a 2040. La relación más estrecha entre los puertos líderes y su comunidad ha derivado en importantes beneficios para ambas partes. Como ejemplo, la transmisión de información sobre las operaciones portuarias ha sido utilizada para mejorar la gestión del tráfico urbano y la fluidez del ingreso/egreso a puerto. Asimismo, la relación del puerto con su entorno emprendedor y académico ha estimulado la generación de ecosistemas de innovación, un elemento destacado como potenciador de la transformación digital, al proveer soluciones a problemáticas específicas de la realidad local. En cambio, estas experiencias son apenas incipientes en ALC, redundando también en detrimento de las grandes empresas que se encuentran más avanzadas en materia de transformación digital, dado que carecen de ese entorno innovador que existe en otros puertos, donde pueden procurar soluciones adaptadas a su contexto específico.

Desde 2004, el Grupo Puerto de Cartagena realiza el concurso “Port-ideas: irradiando ideas”, con el objetivo de incentivar la innovación en las operaciones portuarias y abrir el puerto a nuevas propuestas de entidades externas. El concurso cuenta con tres categorías: (i) Nova Estelar, que premia las ideas que



pueden materializarse físicamente; (ii) Nova Cósmica, que premia las ideas relacionadas con procedimientos, diseños de software, programas internos de la organización, etc.; y (iii) Supernova, que premia las ideas que se presenten dentro de una temática específica, la cual cambia cada año de acuerdo con las necesidades y oportunidades de mejora que tenga la organización. Debido al éxito de estas iniciativas, en 2019 se lanzó DeltaX Ventures, la aceleradora de startups del Grupo, la primera de esta clase en Colombia con el fin de potenciar soluciones para la transformación digital de la cadena logística y acercar el puerto a la comunidad de emprendedores.

59% de las empresas de transporte terrestre disponen de una estrategia de transformación digital.

Finalmente, existe una gran preocupación en el sector acerca del **futuro de la fuerza de trabajo**, lo que genera resistencia al cambio. Si bien es cierto que la automatización derivará en la eliminación de algunas labores manuales, creará nuevos puestos de trabajo en tareas de mayor valor agregado y, por ende, mejor remuneradas. En este sentido y como se evidencia en los casos líderes a nivel mundial, los avances en la adopción de tecnologías digitales requieren de nuevos perfiles entre los empleados, como científicos de datos, programadores y electricistas. Dada la velocidad en la que se están implementando los cambios -piénsese en el progreso realizado entre 2019 y 2022 en el sector- es clave reeducar a la mano de obra y formar a las próximas generaciones en, por ejemplo, la gestión de operaciones de manera remota y la reparación de activos propulsados a electricidad. Por eso, la colaboración con la academia y el entorno emprendedor es esencial, algo que hoy en ALC es mucho menos usual que en casos como Amberes, Rotterdam o Hamburgo, donde existen *hubs* de conocimiento y de entrenamiento en torno a las necesidades del puerto del futuro.



5.6 Estado de la transformación digital en el transporte terrestre de mercancías

Como señalado en el estudio del BID de 2019, **el subsector de transporte terrestre de mercancías es el más rezagado** en términos de transformación digital del transporte y de las principales cadenas de suministro de ALC. Según lo relevado en 2019, la digitalización de este subsector en la región se encontraba mayormente restringida a las grandes empresas, mientras que las PyME enfrentaban principalmente tres barreras para una mayor adopción de tecnología: (i) falta de recursos; (ii) resistencia de la gerencia, basada en la dificultad para justificar el retorno de la inversión tecnológica; y (iii) baja rentabilidad del negocio central, lo que limitaba la capacidad para invertir (Calatayud & Katz, 2019). La literatura académica documenta la realidad de la gerencia de la PyME, que suele no disponer de los recursos humanos y financieros necesarios para dedicar a actividades relacionadas con la innovación (De Massis et al., 2018).

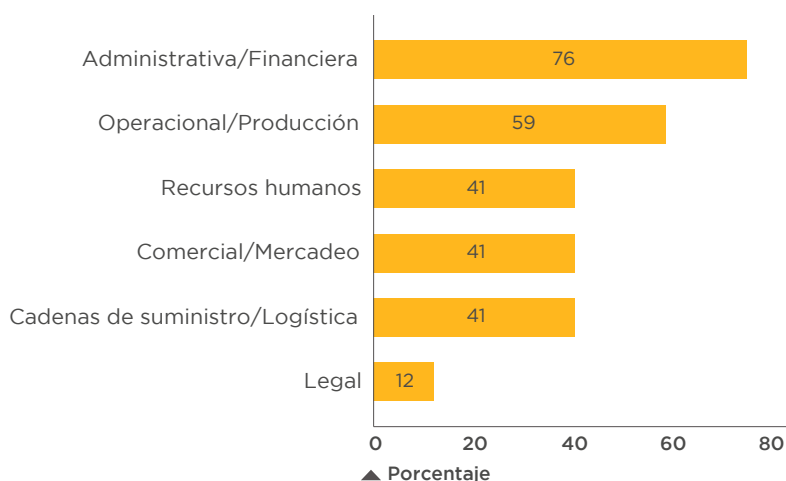


Estos aspectos han sido nuevamente confirmados en el presente trabajo. De acuerdo con la encuesta realizada en el marco de este estudio, 14% de los encuestados del subsector de transporte terrestre estima que su organización está muy rezagada en términos de la transformación respecto digital del promedio de ALC. Esta estadística es superior a la de otros subsectores (7% en el transporte marítimo y 4% en el aéreo).

Como ya ha sido documentado en otros estudios, la variable más importante que explica este rezago es la gran **fragmentación de la industria de transporte terrestre**, un aspecto también presente en países industrializados. Por ejemplo, al 2020 México registraba 184.774 empresas de transporte terrestre de mercancías, de las cuales 1.181 operaban más de 100 camiones, 3.753 entre 31 y 100 unidades, 29.328 de 6 a 30, y 150.512 correspondían a la figura de hombre-camión (Gobierno de México, 2020). Colombia registraba aproximadamente 3.500 transportistas en el sector formal, de los cuales 61% poseía un solo camión y 23% más de tres. En general, la gran mayoría de los transportadores terrestres, especialmente las pequeñas empresas de la región, demuestra un alto nivel de obsolescencia tecnológica, con gestión de servicios aún en papel o con sistemas que no pueden conectarse al de otros actores de la cadena de suministro (Barbero & Guerrero, 2017; Calatayud & Montes, 2021).

Un resultado positivo respecto a 2019 es que, de acuerdo con la encuesta realizada en el marco de este estudio, 59% de los directivos afirman que su empresa ya **dispone de una estrategia de transformación digital**. Esto refleja que la temática ha ganado atención en el sector y que muchas empresas han pasado de la fase de concientización a desarrollar un plan de acción. Dentro de las principales áreas de focalización para la transformación, 76% de los encuestados menciona a la administrativa/financiera, seguido por la comercial (Figura 5.15).

Figura 5.15. ► “¿CUÁLES SON LAS ÁREAS DE INVERSIÓN PARA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL? (*)” (transporte terrestre de mercancías)



Fuente: Autores.

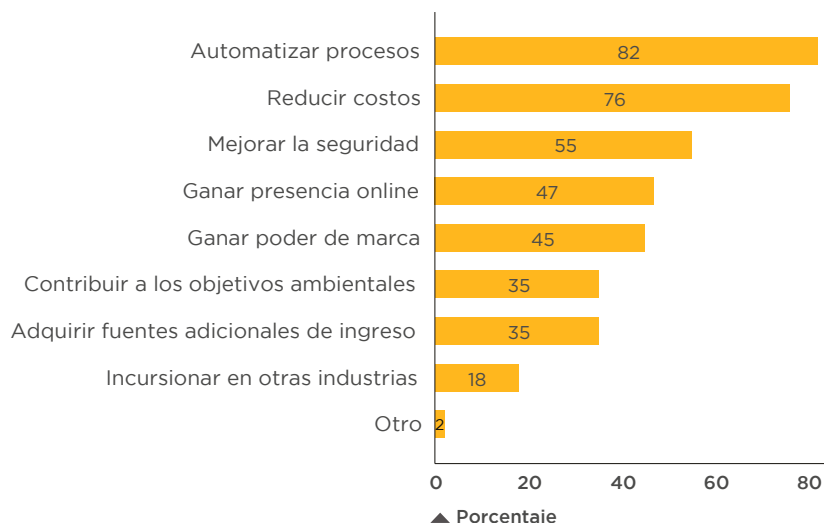
(*) Marcar todos los considerados.



Si bien los directivos encuestados también mencionan otras áreas de enfoque como las operaciones o la logística, al prevalecer la digitalización administrativa puede asumirse que el proceso de transformación digital del subsector se encuentra actualmente en la **primera etapa de desarrollo**, donde no se mira a una discontinuidad tecnológica y a una transformación radical de la actividad, como sí lo están haciendo las empresas del sector aéreo, sino más bien a la digitalización y automatización de procesos. Esto es validado con la respuesta dada en la encuesta en lo referido a los objetivos que la empresa busca a través de la transformación digital. En el 82% de los casos, el objetivo primordial es la automatización de procesos, mientras que en el 76% de las respuestas se menciona la reducción de costos.

Cabe asimismo mencionar que, al segmentar por tamaño de empresa, sí se observa un **estado más avanzado de digitalización** en las de mayor tamaño, quienes están apuntando a modificar procesos para mejorar la atención a las demandas de los clientes, lo que fue confirmado a través de las entrevistas realizadas. Así, están mirando a ciertas áreas disruptivas de la transformación digital, como incursionar en otras industrias o adquirir nuevas fuentes de ingreso (18% y 35% respectivamente) (Figura 5.16).

Figura 5.16. ► “¿CUÁLES SON LOS OBJETIVOS DE INVERSIÓN PARA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL? (*)” (transporte terrestre de mercancías)



Fuente: Autores.

(*) Marcar todos los considerados.

Al ser consultados acerca de la evaluación del retorno a la inversión en transformación digital, solo el 40% de los encuestados reportan que sus organizaciones realizan algún tipo de análisis de retorno económico. En las empresas que lo realizan, se enfocan principalmente en términos de una reducción de costos o eficiencia en los procesos, frente a métricas más avanzadas como creación de negocio o tasa interna de retorno.



En lo referente al uso de tecnologías digitales avanzadas, se detecta una diferencia entre aquellas implementadas en la actualidad versus las que se considera adoptar en el futuro (**Cuadro 5.8**).

Cuadro 5.8. ► “¿QUÉ TECNOLOGÍAS ESTÁ USANDO SU ORGANIZACIÓN Y CUÁLES ESTARÁ IMPLEMENTANDO EN LOS PRÓXIMOS TRES AÑOS? (*)”
(transporte terrestre de mercancías)

	Actualidad	Próximos tres años
<i>Cloud computing</i>	55,10%	34,69%
<i>Data analytics/Big data</i>	44,90%	55,10%
<i>Machine learning</i>	10,20%	24,49%
<i>Internet of things/Sensores</i>	46,94%	36,73%
Inteligencia artificial aplicada	8,16%	38,78%
<i>Robotic Process Automation (RPA)</i>	4,08%	10,20%
Drones	12,24%	16,33%
<i>Building Information Modeling</i>	4,08%	18,37%
<i>Realidad aumentada/Realidad virtual</i>	6,12%	12,24%
<i>Blockchain</i>	8,16%	22,45%
Impresión 3D/4D	4,08%	2,04%
Vehículos autónomos	0,00%	18,37%
Vehículos eléctricos	12,24%	36,73%

Fuente: Autores.

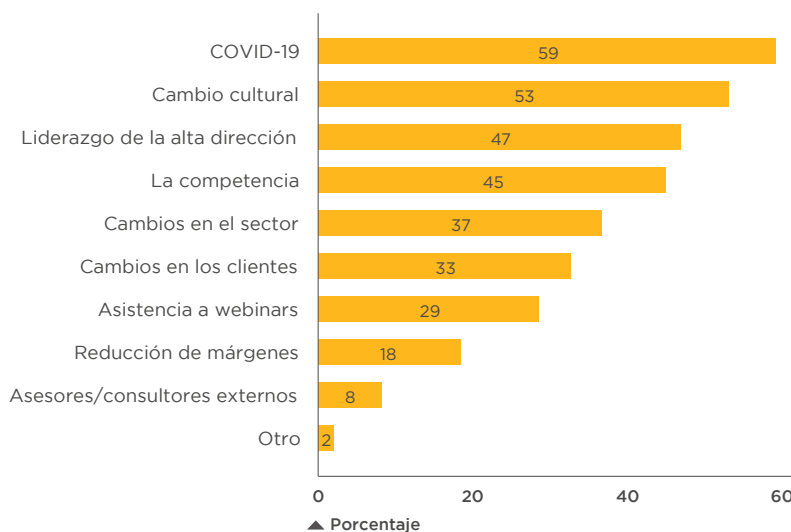
(*) Marcar todos los considerados.

En la actualidad, las dos tecnologías más importantes son la computación en la nube (55%) y el uso de sensores en sistemas de IoT (47%), las cuales son relevantes en términos de reducción de costos (procesamiento de datos en la primera y costos de mantenimiento y trazabilidad de carga en la segunda). Sin embargo, en los próximos tres años, las dos tecnologías más adoptadas serán la analítica de datos (55%) y la inteligencia artificial aplicada (39%). Esto confirma que, independientemente del estadio de transformación digital en el que se encuentra el subsector en la actualidad, la perspectiva futura de desarrollo indica el **paso a una etapa de digitalización más avanzada**.

Al igual que en los otros subsectores, la **pandemia ha representado un hito acelerador** de la transformación digital del transporte terrestre. El 59% de los encuestados menciona al COVID-19 como el factor impulsor más importante en el proceso de transformación digital (Figura 5.17). Este valor es consistente con el observado en el ciclo de digitalización de procesos productivos que ha ocurrido alrededor del mundo en los últimos dos años.



Figura 5.17. ► “¿CUÁLES SON LOS ASPECTOS QUE MÁS HAN CONTRIBUIDO POSITIVAMENTE A AVANZAR EN LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL? (*)” (transporte terrestre de mercancías)

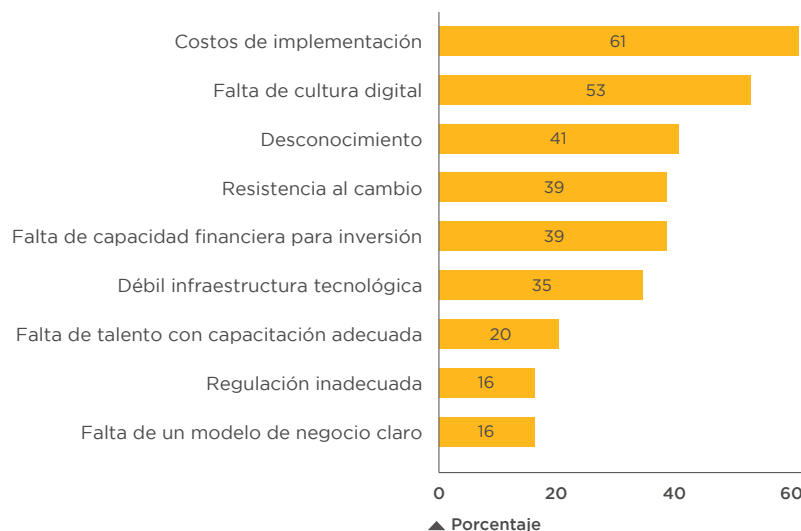


Fuente: Autores.

(*) Marcar todos los considerados.

Desde el punto de vista de **barreras**, los costos de implementación de la transformación y la falta de cultura digital son mencionados como los factores más importantes (Figura 5.18). El segundo factor remite a las barreras asociadas con las características gerenciales de las PyME a las cuales alude la literatura. Estas empresas son normalmente propiedad familiar, donde el cambio generacional se realiza de manera lenta, lo que está relacionado con una mayor reticencia a la innovación (Chrisman et al., 2012). Esto fue confirmado mediante las entrevistas y grupo focal del subsector realizados para el estudio.

Figura 5.18. ► “¿QUÉ LIMITACIONES HA ENCONTRADO PARA AVANZAR EN LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL? (*)” (transporte terrestre de mercancías)



Fuente: Autores.

(*) Marcar todos los considerados.



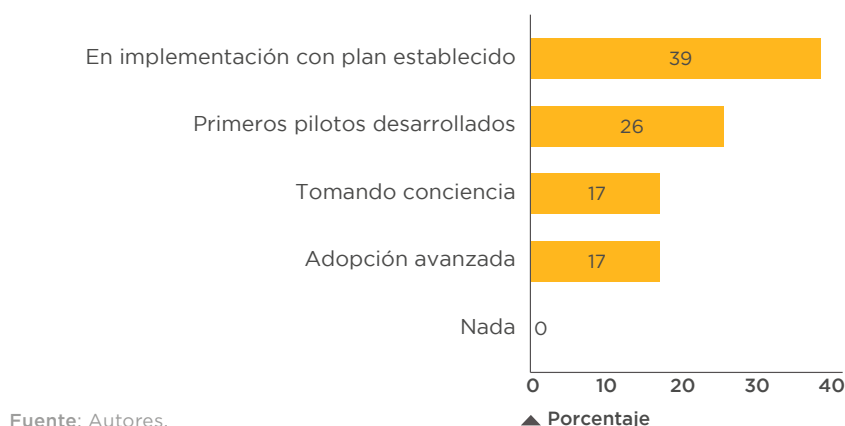
Al igual que en el estudio de 2019, un aspecto muy mencionado en el curso de las entrevistas y el grupo focal de transporte terrestre de mercancías fue la **falta de conectividad de banda ancha móvil en los corredores logísticos**. En particular, se señaló la necesidad de mejorar la conectividad e implementar infraestructura de soporte de telecomunicaciones en los polos industriales y corredores logísticos. En la mayoría de los países de la región, el despliegue de redes de 4G es solo prevaleciente en centros metropolitanos, existiendo una falta casi completa de cobertura móvil en carreteras. Adicionalmente, también existen tramos principales y secundarios que tienen una considerable distancia sin cobertura en tecnologías 2G-3G, que podrían servir principalmente para el despliegue de soluciones de geolocalización del transporte y ruteo de la carga en tiempo real.



5.7 Estado de la transformación digital en el sector aéreo

El sector aéreo es el que mayor avance muestra a nivel mundial en materia de transformación digital. Los datos obtenidos en nuestra investigación evidencian que este también es el caso para ALC. El 83% de los encuestados respondió que sus instituciones ya tienen algún nivel de progreso en esta área (Figura 5.19). En particular, la totalidad de las organizaciones del sector privado manifiestan estar implementando su estrategia de transformación digital, con una de cada cuatro encontrándose en un estado avanzado de la implementación. De la misma manera, la mayoría (70%) percibe situarse en el promedio o por delante de sus pares en ALC.

Figura 5.19. ► ¿CUÁNTO CONSIDERA USTED QUE SU ORGANIZACIÓN HA AVANZADO EN LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL? (Transporte aéreo)





**Todas las empresas
privadas del
sector aéreo
tienen una estrategia
de transformación
digital.**

La información recogida en las entrevistas a los líderes del sector ubica a las organizaciones con mayor nivel de desarrollo en aquellos países con un mayor volumen de tráfico aéreo, como Brasil, Chile, Colombia y México, unido a casos donde el fomento de la transformación digital ha sido definido como prioridad sectorial -como el caso de Uruguay con el Aeropuerto de Carrasco. A continuación, se incluyen ejemplos de estos países. De manera general, los aeropuertos públicos y aquellos ubicados en la región del Caribe aún poseen menores niveles de sofisticación tecnológica en sus operaciones.

En Brasil, la Agencia Nacional de Aviación Civil (ANAC) ya posee un grupo de trabajo para identificar posibles intervenciones regulatorias relacionadas con la infraestructura aeroportuaria necesaria para la operación segura de eVTOL (aviones eléctricos e híbrido-eléctricos de despegue y aterrizaje vertical) en movilidad aérea urbana (ANAC & Brasil, 2021), y ha iniciado el proceso de certificación del primer vehículo tipo eléctrico para aterrizaje y despegue horizontal (eVTOL, en sus siglas en inglés) en el país (ANAC & Brasil, 2022).

Airbus, a través de la subsidiaria VOOM, ha ofrecido servicios de viajes por helicópteros bajo demanda en las ciudades de São Paulo (Airbus, 2017) y Ciudad de México (Airbus, 2018), y cuyos conocimientos operacionales obtenidos están apoyando el desarrollo de vehículos tipo AAM. Embraer-EVE ha realizado operaciones simuladas con helicópteros en Río de Janeiro (2022), con el objetivo de comprender mejor los procesos operacionales y las necesidades de los actores involucrados en una operación aérea de estos servicios (CNN, 2021b).

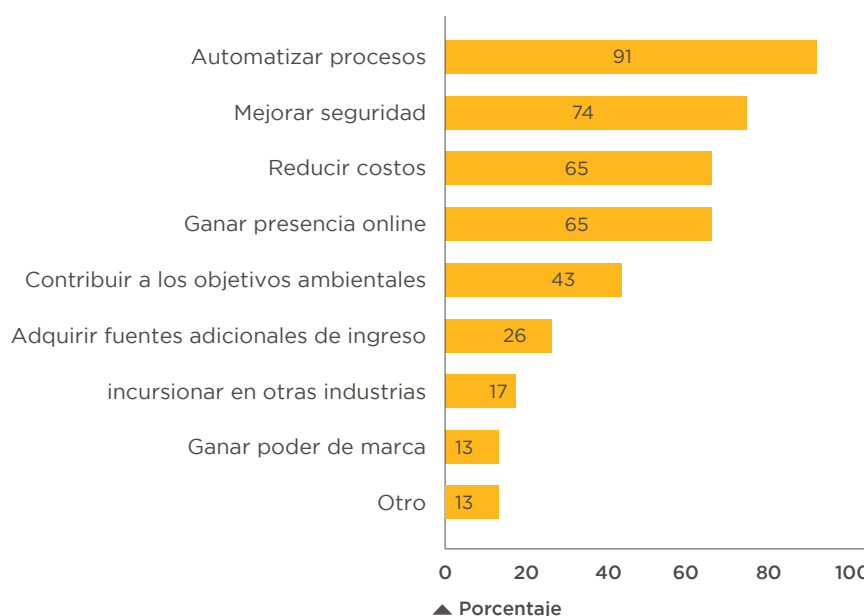
El gobierno de Chile, de acuerdo con su Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde, está desarrollando un plan para que el aeropuerto de Santiago “sea el primero de América Latina capaz de recibir y abastecer aviones impulsados por hidrógeno verde a partir de 2030” (Ministerio de Energía de Chile, 2021). De la misma manera, el gobierno de Colombia ha preparado la “Hoja de Ruta del Hidrógeno en Colombia”, la cual identifica al transporte aéreo como uno de los sectores de atención (Ministerio de Energía de Colombia, 2021).

Uruguay es destacado como un ejemplo por los líderes regionales en materia de coordinación público-privada para el fomento de la transformación digital. El gobierno nacional, el operador aeroportuario Portal del Sur (concesionario del grupo Corporación América) y las líneas aéreas trabajan de manera colaborativa en la implementación de soluciones tecnológicas en las operaciones de la terminal aeroportuaria, como es el caso del control inmigratorio por biometría para automatizar procesos y facilitar la estadía del pasajero en el aeropuerto. Esto ha contribuido a acelerar el flujo de pasajeros, optimizando las necesidades de personal y de infraestructura.



En términos de utilización de las tecnologías, la mayor parte de los encuestados expresaron como **objetivos** la automatización de procesos (91%), el incremento de la seguridad de sus actividades (74%), la reducción de costos y el aumento de la presencia online (65%) (Figura 5.20). Esto es consistente con las tendencias a nivel mundial (ver **Capítulo 2**) sobre la búsqueda de reducción de costos mediante la automatización, así como el incremento de la cuota de mercado a través de brindar más servicios online y mejorar la experiencia del cliente, siempre velando por la seguridad en el sector.

Figura 5.20. ► “¿CUÁLES SON LOS OBJETIVOS DE INVERSIÓN PARA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN SU ORGANIZACIÓN? (*)” (transporte aéreo)



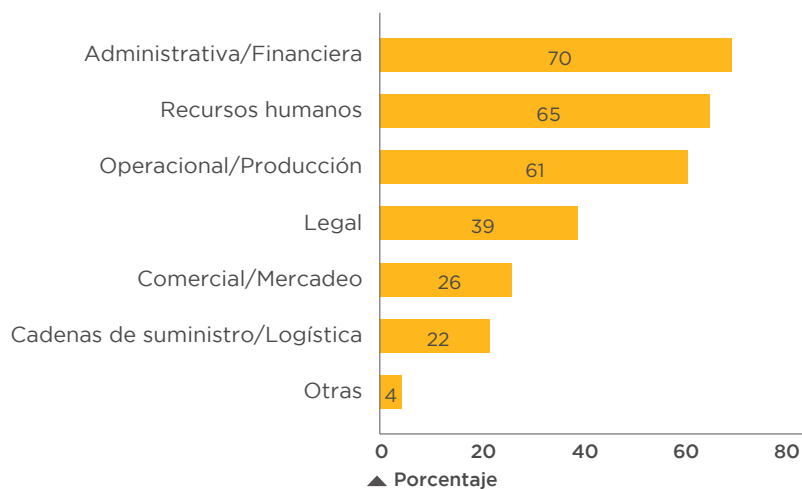
Fuente: Autores.

(*) Marcar todos los considerados.

Con estos objetivos, las **áreas de priorización** actual para la implementación de tecnologías, tomando en consideración a todo el subsector aéreo, son la administrativa/financiera (70%), recursos humanos (65%) y la gestión de operaciones (61%) (Figura 5.21). Para ello, y en línea con lo observado en otros sectores del transporte, las **tecnologías mayormente empleadas** son la analítica de datos y la computación en la nube (65 y 70%, respectivamente). Consultados por el mediano plazo (2025), los entrevistados responden que deberán avanzar en las áreas de relaciones con los clientes (76%), lo que es consistente con la tendencia del sector hacia ser más *customer-centric*; gestión de operaciones (71%); seguridad y protección (67%); e innovación en productos y servicios (52%). En este sentido, se prevé un mayor uso de IA (78%), unido al análisis de datos (65%) y a la computación en la nube para viabilizar la IA (56%) (**Cuadro 5.9**).



Figura 5.21. ► “¿EN QUÉ ÁREAS DE SU ORGANIZACIÓN HA VENIDO APLICANDO LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL? (*)” (transporte aéreo)



Fuente: Autores.

(*) Marcar todos los considerados.

Cuadro 5.9. ► ¿QUÉ TECNOLOGÍAS ESTÁ USANDO SU ORGANIZACIÓN Y CUÁLES ESTARÁ IMPLEMENTANDO EN LOS PRÓXIMOS TRES AÑOS? (*)” (transporte aéreo)

	Actualidad	Próximos tres años
Omnicanalidad	26,09%	30,43%
Cloud computing	69,57%	52,17%
Data analytics/Big data	65,22%	65,22%
Machine learning	30,43%	78,26%
Internet of things/Sensores	21,74%	56,52%
Inteligencia artificial aplicada	21,74%	65,22%
Robotic Process Automation (RPA)	4,35%	30,43%
Drones	8,70%	34,78%
Building Information Modeling (BIM)	8,70%	26,09%
Realidad aumentada/Realidad virtual	13,04%	21,74%
Blockchain	8,70%	17,39%
Impresión 3D/4D	0,00%	8,70%
Vehículos autónomos	0,00%	4,35%
Vehículos eléctricos	8,70%	13,04%

Fuente: Autores.

(*) Marcar todos los considerados.



70% de los encuestados menciona a la pandemia de COVID-19 como incentivo para la transformación digital.

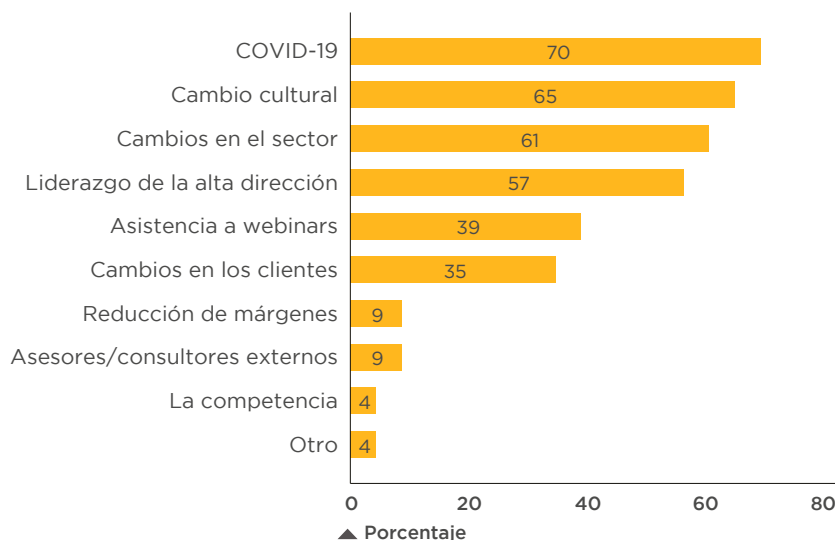
Aun cuando se han realizado estos avances en el sector, los resultados evidencian una **brecha de adopción tecnológica al comparar a la región con los países líderes a nivel mundial**, con el 48% de los encuestados manifestando que su organización se encuentra rezagada o muy rezagada frente a estos últimos. Al respecto, los entrevistados afirman que la región es un *late follower*, lo que significa que las innovaciones son realizadas por las grandes empresas de las industrias de aviación, aeroportuaria y de tecnología a nivel internacional, llegando posteriormente a ALC. El mecanismo de transmisión es mediante las empresas multinacionales que operan en ALC, por ejemplo, en materia de gestión de terminales aeroportuarias, y las grandes líneas aéreas y aeronáuticas de ALC que, por presión competitiva y por las exigencias de pertenecer a alianzas internacionales, miran a la transformación digital como manera de reducir costos y asegurar la fidelidad de los clientes. En efecto, los **cambios en el sector** son señalados por el 75% de las empresas privadas como uno de los principales factores que han contribuido a acelerar la transformación.

La modernización de los sistemas de control de tráfico aéreo son un ejemplo de la demora temporal en la adopción de tecnologías por parte de la región. Como señalado en el **Capítulo 2**, a nivel global se está realizando un gran esfuerzo para promover la modernización de dicho sistema, a fin de incrementar la capacidad operacional para poder gestionar una mayor cantidad y tipos de equipos en el espacio aéreo, mejorar la integración y manejo de tráfico intra y extra regional, y automatizar la operación. Para ello, ya existen tecnologías disponibles en el mercado y ampliamente utilizadas en diferentes latitudes. En el caso de ALC, sin embargo, la adopción de las mismas se encuentra muy rezagada. Brasil viene realizando inversiones significativas con vistas a una amplia modernización del sistema de control de su espacio aéreo. Otros países, como Argentina, Colombia y México, también están realizando inversiones, pero con alcances puntuales.

La **pandemia de COVID-19** también ha tenido un efecto catalizador de la transformación digital en el transporte aéreo, señalado por el 70% de los encuestados (Figura 5.22). Especialmente, las medidas para contener la expansión del virus incentivaron una mayor digitalización y automatización de procesos, a fin de reducir el contacto humano. El uso de herramientas como analítica de datos, IA y omnicanalidad fue esencial para dar respuesta rápida a desafíos que incluyeron la comunicación virtual con los clientes, la construcción de confianza sobre la seguridad biosanitaria del modo de transporte, la promoción de nuevos negocios en aeropuertos, la gestión de costos y la interacción entre entes públicos y privados, entre otros.



Figura 5.22. ► “¿CUÁLES HAN SIDO LOS ASPECTOS QUE MÁS HAN CONTRIBUIDO POSITIVAMENTE AL AVANCE DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN SU ORGANIZACIÓN? (*)” (transporte aéreo)



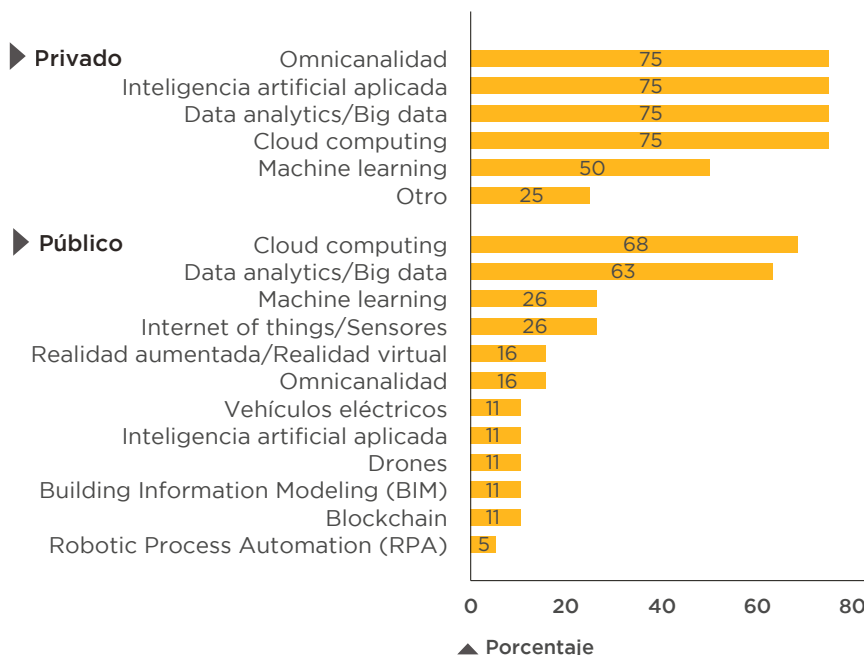
Fuente: Autores.

(*) Marcar todos los considerados.

Este impacto ha sido particularmente importante para las organizaciones públicas, donde el 84% de los encuestados ha señalado a la pandemia como el principal factor que ha acelerado la transformación digital, seguido por los cambios en la cultura organizacional (66%) y en el sector (58%). Aun así, existe una importante **brecha entre estas organizaciones y las del sector privado**. En la región, aquellos actores que están involucrados más directamente en la parte operacional del sector, como fabricantes, líneas aéreas y concesionarios de terminales aeroportuarias, poseen un mayor nivel de adopción de tecnologías en sus actividades mientras que, de manera general, los agentes del sector público, como autoridades del sector aéreo y entes reguladores, se encuentran rezagados a pesar de los avances recientes en la adopción de elementos tecnológicos/digitales. Un resultado ejemplificador de la encuesta es en el uso de herramientas de IA: el 75% de los encuestados del sector privado ya está cuenta con aplicaciones en sus procesos, frente al 11% del sector público (Figura 5.23). En este contexto, no sorprende que el 32% de las entidades públicas se perciban como rezagadas o muy rezagadas con respecto al sector en ALC, cifra que asciende al 53% cuando la comparación se realiza con los países líderes a nivel mundial.



Figura 5.23. ► “¿QUÉ TECNOLOGÍAS VIENE USANDO EN SU ORGANIZACIÓN?” (*) (transporte aéreo)



Fuente: Autores.

(*) Marcar todos los considerados.

En la región, Brasil se destaca como el país donde mayores avances se están realizando por parte de los sectores privado y público para avanzar en la transformación digital del sector aéreo. Elementos como el diario de bordo digital, el certificado de aeronavegabilidad, los sistemas para control de emisión y control de autorizaciones de vuelos, y un sistema de atención al ciudadano del ente regulatorio por canales digitales ya son realidad en el país. Otra iniciativa en marcha es el registro de aeronaves por medio digital.

Los factores señalados como barreras para la transformación digital del sector público son múltiples: costo de las tecnologías (88%) y limitaciones de recursos financieros para la inversión (53%); falta de cultura digital (88%) y resistencia al cambio (59%); e infraestructura tecnológica obsoleta o insuficiente (41%). En contrapartida, las organizaciones privadas identifican tres barreras principales: el costo de las tecnologías (75%), la falta de talento digital (50%) y la debilidad de la infraestructura tecnológica disponible en la región (50%). Un cuarto desafío señalado por el sector privado son precisamente las normativas y procedimientos del sector público. Al respecto, los líderes del sector indican que muchos de los esfuerzos promovidos por las entidades públicas de la región han implicado una digitalización de procesos que ya eran requeridos por las autoridades, más que avances hacia una verdadera transformación digital que incluyera la revisión de la necesidad y pasos requeridos para el mejor desempeño de las actividades públicas.



Las empresas privadas del sector aéreo tienen una concepción más avanzada y profunda de la transformación digital que el sector público.

En este sentido, se observa una importante **dicotomía en la concepción que los sectores público y privado tienen de la transformación digital**. En el caso del primero, corresponde a los primeros estadios, donde el objetivo es digitalizar y automatizar proceso. El sector privado, en cambio, hace referencia al concepto más profundo y avanzado de la transformación digital, que implica una reingeniería de procesos, una nueva propuesta de valor al cliente y una transformación misma de las funciones al interno de la propia organización. En palabras de los entrevistados, el objetivo es mejorar la experiencia de viaje del cliente, para que se realice de la manera más fluida y con la mayor comodidad posible. Al segmentar las respuestas de los sectores público y privado en la encuesta realizada emergen estas dos concepciones, con el sector público apuntando a digitalizar y automatizar procedimientos administrativos y legales, mientras que el privado se enfoca en nuevos servicios al cliente vía la implementación de analítica de datos e inteligencia artificial (ver ejemplo en Figura 5.23).

Es importante mencionar que, a fin de velar por la seguridad, la aviación es un sector altamente regulado, por lo que el desarrollo y la adopción de tecnologías en el sector aéreo deben tener a la seguridad operacional como su principio base, lo que lleva en muchos casos a retardar la adopción de innovaciones por parte de los actores del sector. Es así que no solo en ALC sino a nivel mundial las autoridades de aviación civil y entes reguladores suelen ser conservadores en relación con la adopción de nuevas tecnologías, pues esto en muchos casos involucra cambios de procesos ya establecidos, además de procedimientos para asegurar que las tecnologías no traerán impactos negativos a la seguridad operacional. Ello repercute en que los marcos legales y regulatorios que no suelen acompañar a la velocidad del mundo digital, que genera innovaciones y cambios importantes en cortos espacios de tiempo. Asimismo, una gran parte de las legislaciones y regulaciones en el sector son prescriptivas, detallando de manera muy extensa cómo determinado servicio o actividad debe ser desarrollado o prestado, lo cual no suele dejar espacio para variaciones por cambio tecnológico.

A esto se suman otros factores de **capacidad institucional**, como el desconocimiento de los beneficios derivados la adopción de nuevas tecnologías en las operaciones (señalado 47% de los encuestados); la rigidez de requerimientos burocráticos -establecidas en muchos casos a nivel legal-; la falta de perfiles profesionales familiarizados con las nuevas tecnologías y su aplicación al sector y a los procesos de la propia entidad; la elevada rotación del personal que genera dificultades para mantener la memoria y la capacidad institucional y operativa; el escaso acceso de los profesionales a cursos de capacitación para el uso de elementos tecnológicos; y la falta de reglas claras para el almacenaje, manejo e intercambio de datos.

Respecto a esto último y al igual que en otros sectores del transporte, existen desafíos relativos a la **gestión e intercambio de datos** entre los actores tanto públicos como privados. De las entrevistas a los líderes a nivel regional se evidencian retos en cuanto a la estandarización de procesos y procedimientos; tipos de informaciones y estándares técnicos requeridos; procedimientos para intercambio de datos e interoperabilidad



de sistemas; seguridad y ciberseguridad para el intercambio y gestión de datos; posibilidades de aplicaciones y usos de los datos; derechos y responsabilidades relativos al acceso y uso de los datos, entre otros.

Comparado con los otros sectores, en el transporte aéreo el proceso de certificación de las tecnologías por parte de los entes gubernamentales adquiere gran relevancia, a fin de garantizar la seguridad de las operaciones del sector. Usualmente, esta certificación requiere un conocimiento técnico específico para atestar que el producto o proceso a certificar cumple con los requisitos establecidos por la autoridad correspondiente. Sin embargo, la escasez de profesionales con conocimientos técnicos específicos y las dificultades de atracción y contratación por parte de las entidades públicas, así como la falta de formación adecuada para la reconversión de los profesionales que ya actúan en el sector público, deriva en postergaciones en certificaciones de tecnologías y su puesta en marcha. Lo mismo ocurre en cuanto a la elaboración de normativas que permitan testear tecnologías en escenarios controlados y reales y, una vez probadas, establecer la normativa requerida para el escalamiento de las mismas.

La dotación de **recursos financieros** es otra de las barreras muy señalada no solo por el sector público, sino también por el privado. De manera general, aquellas entidades de mayor tamaño, usualmente de corte privado como el caso de aeropuertos con elevado flujo de pasajeros y empresas aéreas grandes, invierten más en la adopción de tecnologías en sus operaciones. En contraposición, las empresas de menor tamaño y los gestores de infraestructura que poseen un menor flujo de pasajeros y carga, como aeropuertos secundarios y en países con poco desarrollo del mercado aéreo, se limitan a inversiones requeridas por la legislación para poder operar. En el mediano plazo, esto los colocaría en una posición aún más desventajosa, pues potencialmente impactará el nivel de sofisticación y eficiencia de los servicios ofrecidos, elevando costos y dificultando o imposibilitando la operación de algunas empresas vinculadas al segmento aéreo (como aerolíneas y operadores logísticos que requieren estándares tecnológicos mínimos para operar). En este sentido, los entrevistados coinciden en señalar que el desafío se presenta en todos los países de ALC, pero está especialmente presente en el Caribe.

Capacidad institucional, infraestructura tecnológica y disponibilidad de recursos humanos y financieros son las principales barreras mencionadas por el sector público.

Finalmente, la **infraestructura de comunicación** existente en los países es un reto que impacta de manera directa la adopción de tecnologías. Varias de las tecnologías en desarrollo tienen como requerimiento básico el uso de infraestructura de telecomunicaciones para la transmisión y procesamiento de datos, como sistema de telecomunicación 4G/5G, gestión y disponibilidad de bandas de radiofrecuencias, cables de fibras ópticas con anchura de banda disponible para elevado tráfico de datos, etc. La falta cobertura y calidad de la infraestructura de telecomunicaciones, en especial fuera de los grandes centros urbanos, actúa como un limitante para que la transformación digital ocurra en algunos subsectores, como el uso de torres de control aéreo remotas.



5.8 Estado de la transformación digital en la movilidad urbana

Como mencionado al inicio de este capítulo, dada la gran heterogeneidad de los actores que intervienen en la movilidad urbana -autoridades de transporte, empresas de autobuses, TNCs, empresas de micromovilidad, metros, empresas proveedoras de tecnología de navegación, entre otras-, se utilizó la metodología de entrevistas para analizar el estado de la transformación digital, a fin de obtener una perspectiva más representativa de la realidad del sector. Los resultados fueron validados en una mesa de trabajo con representantes de los sectores público y privado de la región.

Impulsada por agendas de sostenibilidad ambiental en el marco de la creciente urbanización de la región, la movilidad urbana ha asumido una posición muy relevante en materia de política pública. En este contexto, los gobiernos nacionales, y especialmente los locales, **reconocen que la digitalización de la gestión de la movilidad urbana es un elemento fundamental** para la creación de un entorno sostenible, contribuyendo al atractivo de centros metropolitanos en tanto polos de innovación y crecimiento económico. Para evaluar el estado de avance de la digitalización en este subsector, se analizarán tres áreas: (i) los avances del sector privado; (ii) la transformación digital de los servicios de transporte público; y (iii) la digitalización de los sistemas de gestión de la movilidad urbana.

Comenzando por el sector privado, uno de los elementos clave en el desarrollo de la digitalización e innovación en la movilidad urbana ha sido la entrada en la región de operadores internacionales de **plataformas de movilidad compartida**. Dadas las relativamente bajas barreras de entrada en algunas de estas plataformas, esto ha fomentado la competencia local, con el surgimiento de empresas latinoamericanas. El avance en la adopción de teléfonos inteligentes en las áreas urbanas de ALC ha favorecido el rápido crecimiento de este negocio. Por ejemplo, habiendo entrado Uber en Argentina en 2016, en la actualidad cuatro de cada diez usuarios de celulares ya poseen esta aplicación en su teléfono. Impulsadas por el avance en la adopción de comunicaciones celulares, las plataformas bilaterales de movilidad compartida han crecido a partir de efectos de red cruzados entre conductores y usuarios.

En paralelo a la introducción del producto, estas aplicaciones se han desarrollado ampliando el rango de su oferta, como por ejemplo integrando información sobre transporte público o brindando también servicios de bicicletas y de patinetas compartidas. Asimismo, algunas ya tienen entre sus objetivos la electrificación total de su flota, con metas establecidas a 2040. Incluso, existen ejemplos donde se han realizado convenios con las autoridades locales para compartir información a fin de mejorar la gestión del tráfico urbano. Cabe resaltar que el avance de la movilidad compartida a futuro depende, en gran medida, de la formulación de regulaciones y políticas públicas específicas para



Las plataformas de movilidad compartida, las plataformas de datos de movilidad urbana y la industria automotriz están incentivando la transformación digital en este subsector.

el segmento y de la coordinación entre gobiernos locales y nacionales, tema abordado en el **Capítulo 6** de este estudio. La introducción de estas plataformas en las ciudades ha generado resistencia por parte de los segmentos de taxis, así como también ha incrementado el número de km recorridos por los vehículos en las zonas urbanas y afectado la demanda de transporte público (Sabogal-Cardona et al., 2021; Scholl et al., 2021). El vacío regulatorio que persiste en varios países de ALC genera incertidumbre respecto a la presencia de estos servicios y a cómo integrarlos a un esquema sostenible de movilidad urbana (Oviedo, et al., 2021). Al mismo tiempo, obstaculiza el intercambio de información entre proveedores y sector público.

Existen varios sistemas de bicicletas públicas en ALC. Algunas empresas han expandido sus servicios a numerosas ciudades de la región. Por ejemplo, la empresa Tembici es la operadora de los sistemas de bicicletas públicas de las ciudades: São Paulo, Río de Janeiro, Salvador (Brasil), Pernambuco (Brasil), Porto Alegre, Santiago (Chile), Buenos Aires, Brasília, Vila Velha y Riviera de São Lourenço (Tembici, 2021). Respecto a las patinetas eléctricas, en 2019 se vio una rápida expansión de este modo en ALC, con empresas regionales y externas. Sin embargo, la pandemia de COVID-19 impactó de gran manera la operación de estas empresas. En el caso de las compañías extrarregionales, se han enfocado en recuperar usuarios en otras áreas, retirando gran parte de su operación en ALC (Contexto, 2020).

La entrada de empresas internacionales también se ha extendido a **plataformas de compartición de información de movilidad**, como *Moovit* y *Waze*, las cuales operan en una gran cantidad de ciudades de ALC. Estas plataformas han generado acuerdos de colaboración con varias alcaldías para compartir datos en tiempo real sobre el estado del tráfico o del transporte urbano (Gutiérrez et al., 2019; Rendón et al., 2020). Algunas han avanzado hacia ofrecer servicios de movilidad compartida, como es el caso de *Waze Carpool*.

Siguiendo los desarrollos en I+D de sus casas matrices, las empresas de la **industria automotriz** han incrementado la disponibilidad de modelos con mayor integración de tecnologías para la asistencia a la conducción, la seguridad vial, la comunicación y el entretenimiento. Los líderes del sector en ALC coinciden en que seguridad y movilidad eléctrica serán los ámbitos que se priorizarán en materia de tecnología en el corto y mediano plazo. Ello implica avanzar en la mayor sensorización y conectividad de los vehículos, la interacción V2X, el análisis de *big data* con modelos de IA y, de manera importante, el desarrollo de cadenas de abastecimiento y la reconversión de instalaciones para la producción de vehículos eléctricos. El progreso en el desarrollo de la red de recarga será clave para determinar la penetración de los vehículos eléctricos en ALC hacia 2025 (Gómez Gélvez et al., 2016; Voegelé, 2019).



**1.107
km**

“

recorrió el primer autobús autónomo
testeado en ALC en un espacio público,
cuya operación tuvo lugar entre 2019
y 2020 en Santiago, Chile. ”



Al igual que en los países líderes, las empresas privadas están generando **alianzas con los gobiernos nacionales o locales para testear nuevas tecnologías** en entornos urbanos reales, tales como el caso del vehículo autónomo en Santiago de Chile, donde el gobierno realizó un proyecto piloto junto con el BID y Transdev, que consistió en la circulación de un minibús en un parque de la ciudad de Santiago (Rodríguez et al., 2021). Tal vez donde más avance se registra en la actualidad es en el ámbito de vehículos eléctricos, mediante el acuerdo de fabricantes, empresas de energía y sector público, con el propósito de generar información sobre las características operativas y las necesidades de inversión para el despliegue a gran escala de estos sistemas (Beltrán Real & Lefevre, 2021; Isla et al., 2019; Navas et al., 2021; Pérez et al., 2019; Sosa et al., 2020). En Costa Rica, por ejemplo, los ministerios relacionados con el transporte y el medioambiente, la empresa proveedora de electricidad, la cooperación internacional y un grupo de empresas proveedoras de servicios de transporte público realizaron entre 2019 y 2020 un piloto para evaluar las condiciones de operación de autobuses eléctricos en el país, con el fin de avanzar hacia una mayor electrificación de la flota de autobuses. Asimismo, el Ministerio de Energía y Ambiente apoyó un piloto del Tecnológico de Costa Rica, GIZ y empresas de transporte de carga para testear el desempeño de vehículos de carga liviana. Si bien se evidencian numerosos avances en materia de movilidad eléctrica, este no es el caso de la movilidad conectada y autónoma, o de MaaS, por ejemplo. Dentro de las barreras citadas al respecto, se encuentran vacíos o impedimentos regulatorios; falta de iniciativa de las agencias de gobierno; desafíos de gobernanza, estandarización, privacidad y seguridad de los datos; y *lock-in* de proveedores.

Respecto a la tecnología autónoma, en ALC existen dos sistemas de Metro que operan vehículos sin conductor. En 2010 se inauguró la Línea 4 (o amarilla) del Metro de Sao Paulo, esta fue la primera línea de Metro sin conductor en la región⁴⁵. Actualmente el Metro de Santiago opera dos líneas automáticas: Líneas 6 y 3, inauguradas en 2017 y 2019 respectivamente. Actualmente se están planificando varias líneas automáticas en ALC: Lima (Línea 2), Santiago (Línea 7, 8 y 9), y Bogotá (Línea 1).

En Santiago se realizó la primera prueba piloto de un vehículo autónomo en ALC. Esta se realizó en un parque en el centro de la ciudad durante tres meses entre 2019 y 2020. El vehículo operó 179 horas y 1.107 kilómetros en total, donde se transportaron 6.685 pasajeros en 2.649 viajes completados (Navas & Mix, 2021b).

La **transformación digital de operadores de transporte público** se ha enfocado inicialmente en la implementación de sistemas de recaudo con diferentes niveles de funcionalidad, aunque se detecta una evolución hacia la introducción de tecnologías que permitan aumentar el valor y la calidad de un servicio público esencial. En este sentido, la segunda dimensión de transformación digital es la provisión de información al usuario en términos de tiempo de espera, espacio disponible, cambios de recorrido,

⁴⁵ Léase más sobre potenciales y riesgos de la movilidad autónoma para la región en Gutiérrez et al. (2019), Navas & Mix (2021a) y Calatayud et al. (2020).



planificación del viaje incluyendo otros modos, etc. Para que esto sea posible, es clave avanzar en los sistemas de recaudo electrónico y la unificación de dichos sistemas. Por ejemplo, ciudades como Buenos Aires, Santiago y Sao Paulo utilizan la información proveniente de sus sistemas para identificar tasas de ocupación de unidades de transporte, cambios en la demanda y focalización de subsidios, entre otros. Asimismo, esta información es clave para monitorear que los concesionarios observen los niveles de calidad del servicio establecidos en sus contratos.

El pago electrónico del transporte público mediante tarjetas magnéticas se ha implementado en varias ciudades de la región: Asunción (Jaha y Más), Buenos Aires (Sube), Ciudad de México (Movilidad Integrada), Montevideo (STM), Sao Paulo (Bilhete Único) y Santiago (bip!). Otras ciudades están trabajando en pruebas piloto o empezando a implementar estos sistemas, como Lima y San José.

Además, en Ciudad de México y Santiago están empezando a implementar pagos en transporte público con códigos QR, tarjetas bancarias o pagos mediante celular (Crotte Alvarado et al., 2018; Diario Financiero, 2022; Forbes, 2022).

La transformación digital es considerada como una herramienta clave para generar nuevos modelos de negocio y nuevas fuentes de ingreso para el transporte público.

El siguiente paso en este ámbito es capturar información de operaciones, como emisiones generadas, conteo de pasajeros, características y preferencias del usuario, y niveles de seguridad, para seguir mejorando la calidad del servicio de transporte público. La barrera a la que todavía se enfrentan las ciudades y los operadores es la **falta de estándares de captura e intercambio de datos y de interoperabilidad** entre las diferentes fuentes de información (GPS, dispositivos de medición en el vehículo, cámaras de video, entre otras) para poder desarrollar una función eficiente de analítica de datos. A la falta de interoperabilidad se añaden **obstáculos contractuales** para la adquisición de información, lock-in de proveedores y falta de capacidad interna. De manera circular, la falta de estandarización e interoperabilidad también afecta la posibilidad de introducción de un sistema de recaudo único en las áreas metropolitanas (ver **Capítulo 6**). Finalmente, los entrevistados mencionan los **vacíos regulatorios en torno a privacidad y propiedad de los datos** como una limitación para considerar la incorporación de nuevas tecnologías, como pueden ser las herramientas de biometría y reconocimiento de imágenes que, como se ha visto en el caso del transporte aéreo, puede mejorar la planificación y reducir los tiempos operativos. No deben soslayarse también: (i) la presencia de **informalidad** en la prestación de servicios de transporte; (ii) la **reticencia** de los actores de movilidad a **compartir datos** y ser fiscalizados de manera transparente; y (iii) la **falta de bancarización y de inclusión financiera** de los estratos más bajos de la población, lo cual dificulta la implementación de pagos digitales en la movilidad urbana y, a la vez, puede generar riesgos de exclusión de esta población.

Un aspecto que preocupa a los actores del sector es que la **situación de crisis financiera de los sistemas de transporte público**, a partir de la caída de la demanda durante la pandemia de COVID-19, obstaculice seguir avanzando con la inversión en tecnología, lo



que también restará calidad a los servicios. No obstante, es alentador observar que los tomadores de decisiones en los operadores de grandes sistemas de transporte público y en las Secretarías de Movilidad **ya consideran a la transformación digital como una herramienta clave para reducir costos operativos, atraer inversión privada y generar una mayor propuesta de valor al usuario** del servicio, y **poseen estrategias para orientar la transformación**. Esto genera mayor tracción inclusive frente a las dificultades actuales. Asimismo, al ser consultados sobre sus perspectivas sobre la movilidad urbana en el mediano plazo (2025), **todos coinciden en señalar a la transformación digital como un pilar para la competitividad de los sistemas frente a otros modos y para la creación de nuevas fuentes de ingreso mediante la generación de nuevas líneas de negocio**.

Muchos apuntan a materializar el concepto de **Mobility-as-a-Service**, para lograr una oferta integrada de servicios de movilidad basada en las necesidades específicas de cada ciudadano, a fin de capturar una mayor cuota de mercado, especialmente frente al incremento de las tasas de motorización, tanto de vehículos como de motocicletas. Al respecto, indican que estarán focalizando sus inversiones en la generación de *big data* y la aplicación de modelos de IA, a fin de entender mejor las necesidades de movilidad de los ciudadanos y ofrecer servicios a su medida.

El avance del Mobility-as-a-Service, con una oferta integrada de servicios de movilidad basada en las necesidades específicas de cada ciudadano, puede incrementar la cuota de mercado del transporte público frente al incremento del uso del automóvil y la motocicleta.

Contando con estrategias de transformación digital, las alcaldías de la región también están avanzando en la construcción de una **mayor capacidad interna para la gestión de tráfico**, a partir de la integración de flujos informativos provenientes de múltiples fuentes, como los medios de transporte y los sistemas de monitoreo de tráfico. Está creciendo el número de Secretarías de Movilidad que cuentan con centros de control que integran dicha información y emplean analítica de datos para tomar decisiones en tiempo real en la gestión de la movilidad. Montevideo, por ejemplo, ha desplegado una red de equipamiento tecnológico compuesta por controladores de semáforos centralizables, cámaras para censos de tránsito, cámaras para circuito cerrado de televisión y paneles de mensajería variable, que proveen *big data* para ser analizados en tiempo real mediante modelos que incluyen IA, para la administración, gestión y control del tránsito y del transporte de la ciudad. Con el apoyo de Corea, Medellín creó su Centro Integrado de Información de Tráfico, que reúne información sobre tránsito, semáforos, autobuses, metro y seguridad vial, entre otros, lo que le ha permitido ofrecer mayor cantidad de información al ciudadano, a través de un sitio web, reportes consolidados, aplicaciones móviles y redes sociales. La creación de unidades específicas dentro de las agencias locales, la incorporación de perfiles de informática y ciencias de datos y la migración de la infraestructura a servicios en la nube son factores críticos, que están impulsando este avance. Las ciudades de tamaño mediano también están progresando, tal como en el caso de Maringá en Brasil, donde se instaló un sistema integrado de semaforización inteligente para mejorar la gestión del tráfico. Entre los **desafíos** mencionados por los entrevistados, vuelven a aparecer la fragmentación institucional y falta de interoperabilidad y de acuerdos interinstitucionales para la recolección y uso de la información; la definición de estándares y de mecanismos de gobernanza para la compartición de datos por parte del sector privado; la falta de recursos para realizar tests, contratar o reentrenar talento e incrementar la disponibilidad de infraestructura en la nube; y la alta rotación de personal (ver **Capítulo 6**).



Ahora bien, al igual que en los otros subsectores del transporte, existe una gran **heterogeneidad entre las ciudades de la región**. Se evidencian significativos progresos para un grupo reducido de ciudades grandes como Bogotá, Buenos Aires, Ciudad de México, Medellín, Montevideo, Río de Janeiro, San Pablo y Santiago, dado el interés del sector privado y la mayor capacidad institucional y disponibilidad de recursos de las Secretarías de Movilidad, mientras que el avance en ciudades de tamaño mediano y pequeño es aún incipiente. La heterogeneidad **también está presente en las empresas proveedoras de servicios**, entre las cuales se cuentan desde grandes empresas grandes proveedoras de tecnología y una multiplicidad de *startups* que ya son de base digital, hasta una gran cantidad de pequeñas empresas de transporte colectivo, que operan tanto formal como informalmente. Esto último es similar al caso del transporte terrestre de mercancías, donde se observó que las principales barreras a la innovación provienen de factores gerenciales, culturales y de las limitadas capacidades financieras de este tipo de empresas.



5.9 Síntesis del estado de la transformación digital del transporte en ALC

A modo de síntesis del análisis presentado en este capítulo, pueden destacarse los siguientes puntos respecto al estado de la transformación digital del transporte en ALC:

- **La región está avanzando en la transformación digital del transporte:** la mayoría de los actores consultados manifiesta poseer una estrategia de transformación digital. Esto representa un avance frente a 2019, donde apenas se tenía conocimiento sobre este aspecto.
- **Al igual que a nivel internacional, el sector aéreo está liderando la transformación,** con empresas que están avanzando en el concepto más profundo de la transformación digital, yendo más allá de la mera adopción de tecnología para automatizar procesos y reducir costos, y produciendo, en cambio, una verdadera discontinuidad tecnológica y transformación de la organización, para ofrecer un servicio acorde con las necesidades específicas de cada cliente.
- **Otras empresas grandes en los sectores de logística** (especialmente las compañías marítimas y los *freight forwarders* globales) **y movilidad** (gigantes tecnológicos y operadores de sistemas de transporte público masivo) también evidencian progresos en la región en torno a ese concepto más profundo de la transformación digital, centrado en ofrecer un mejor servicio al cliente o usuario.
- Con excepción de estos casos, la mayoría de las empresas y de las agencias públicas señala que está apuntando a automatizar y digitalizar procesos, y a



invertir en tecnologías acordes a ello. Esto es más propio de los **primeros estadios de la transformación digital**, donde los actores tienden a focalizarse en las áreas relacionadas con la gestión administrativa y financiera, como las que se mencionan con mayor frecuencia por los encuestados.

- El proceso de transmisión de la transformación digital a nivel mundial y sectorial se verifica en el caso del transporte en ALC. En consecuencia, las empresas de menor tamaño y las menos involucradas en cadenas de valor mundiales presentan un menor grado de avance. Esto es particularmente evidente en las **PyME de transporte terrestre de mercancías y de transporte urbano de pasajeros**.
- La **organización industrial** de cada subsector tiene un impacto crítico en el nivel de avance comparado. Subsectores más concentrados en empresas grandes de carácter global como el aéreo y el marítimo tienen un desarrollo mayor que el terrestre. La atomización de transporte público urbano es mencionada como una barrera importante para progreso de la transformación de toda la movilidad urbana.
- En la mayoría de los sectores, las **agencias públicas se encuentran entre las fases de concientización, experimentación y automatización de procesos**. Esto será abordado en más detalle en el siguiente capítulo. En todo caso, existe un consenso en los subsectores marítimo, aéreo y carretero acerca de que el menor avance de los actores públicos es un importante desafío para la transformación digital del transporte.
- La resistencia al cambio, la falta de priorización de los altos mandos, el costo de la tecnología y la falta de recursos financieros y de talento humano son las **principales barreras** a la transformación digital.
- Las tecnologías que tienen mayor atención actualmente son la analítica de datos y la computación en la nube. Hacia 2025, aparecen con más énfasis la inteligencia artificial y tecnologías para la reducción de emisiones. Esto sugiere que, si bien la región se encuentra en una primera fase de la transformación digital, **ya se están considerando inversiones en tecnologías propias de estados más avanzados** y tecnologías que promuevan la sostenibilidad en el sector.



6

La participación del sector público de América Latina y el Caribe en la transformación digital del transporte

- 6.1. IDENTIFICACIÓN DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL
— COMO PRIORIDAD EN LA PLANIFICACIÓN SECTORIAL
- 6.2. USO DE INSTRUMENTOS DE POLÍTICA PÚBLICA PARA
— FOMENTAR LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL
TRANSPORTE
- 6.3. FORTALECIMIENTO DE LAS INSTITUCIONES Y PROCESOS
— SECTORIALES PARA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL
- 6.4. COORDINACIÓN HORIZONTAL EN EL GOBIERNO
— NACIONAL
- 6.5. COORDINACIÓN VERTICAL ENTRE EL GOBIERNO
— CENTRAL Y LAS AUTORIDADES REGIONALES Y LOCALES
- 6.6. COLABORACIÓN ACTIVA ENTRE LOS SECTORES
— PÚBLICO Y PRIVADO
- 6.7. SÍNTESIS DE LA PARTICIPACIÓN DEL SECTOR PÚBLICO
— DE ALC EN LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL
TRANSPORTE



La participación del sector público de América Latina y el Caribe en la transformación digital del transporte

Los gobiernos de ALC están comenzando a identificar a la transformación digital del transporte como una necesidad estratégica. Con anterioridad a la pandemia, un grupo reducido de países de la región había comenzado a incluir en sus agendas a la digitalización al sector de manufactura, a fin de promover el crecimiento económico en el contexto de la Cuarta Revolución Industrial. En ciertos casos, los diferentes programas implementados con ese propósito alcanzaban indirectamente al transporte y la logística. Sin embargo, raramente estos programas incluían un impulso decido a la digitalización del transporte (Calatayud & Katz, 2019).

En los últimos dos años, esta situación ha empezado a cambiar. Las disrupciones en las cadenas de suministro de productos esenciales durante pandemia han mostrado la importancia de la logística para el normal funcionamiento de la economía y la sociedad moderna. Asimismo, el incremento de los costos de transporte como consecuencia de los desequilibrios en las redes marítimas y aéreas ha impactado en las perspectivas de recuperación económica. Finalmente, la necesidad de reducir las emisiones de gases contaminantes ha posicionado al transporte de mercancías como un sector clave para promover la lucha contra el cambio climático. Todo ello ha derivado en que la digitalización del transporte está adquiriendo cada vez una mayor relevancia en la agenda de política pública de los países de la región.

En paralelo, impulsada por las agendas de sostenibilidad ambiental e inclusión social, en el marco de la creciente urbanización de la región, del aumento de la pobreza y la desigualdad durante la pandemia, y de los efectos del cambio climático, la movilidad urbana también ha asumido una posición prioritaria en la agenda de gobierno. En este contexto, las autoridades públicas, especialmente las locales, reconocen que la transformación digital de la movilidad urbana es un elemento fundamental en la creación de un entorno sostenible y con mayor calidad de vida, contribuyendo al atractivo de los centros metropolitanos en tanto polos de innovación.

De la misma manera, la aceleración de los cambios tecnológicos en el transporte aéreo, aún más a partir de la pandemia, junto con la necesidad de reducir su huella medioambiental, están impulsando la actualización de las agendas y evidenciando la necesidad de mejorar las capacidades de las instituciones públicas de este subsector.



En consecuencia, **se evidencia una mayor atención a la transformación digital del transporte por parte de la política pública**, a comparación de lo relevado en el estudio del BID en 2019. Allí, se veía a la transformación digital como una etapa subsiguiente al cierre de la brecha de infraestructura y calidad de los servicios en el sector. En cambio, la triple combinación de: (i) el efecto de la pandemia, (ii) la urgencia de luchar contra el cambio climático y (iii) los avances realizados por países y empresas líderes en el sector están hoy incentivando a que los gobiernos de ALC eleven el nivel de atención a la transformación digital.

Como veremos en este capítulo, el impulso a esta transformación por parte de la política pública de ALC no sigue mecánicamente los modelos y prácticas de los países líderes analizados en el **Capítulo 4**, sino que está ocurriendo de acuerdo con **prácticas específicas que reflejan las condiciones de la región**, caracterizadas por la disponibilidad limitada de capacidades técnicas y recursos financieros y una tradición institucional idiosincrática. A continuación, analizamos la participación de los gobiernos en el proceso de digitalización del transporte, comenzando por identificar los planes y programas utilizados, revisando los instrumentos empleados para cristalizar tales planes, estudiando cómo los gobiernos construyen la capacidad técnica requerida para liderar estos procesos y evaluando el grado de colaboración con el sector privado y otros actores relevantes. En cada caso, se compara la situación latinoamericana con las mejores prácticas identificadas en países líderes en el **Capítulo 4**.



6.1 Identificación de la transformación digital como prioridad en la planificación sectorial

Como mencionado en el **Capítulo 4**, la intervención del sector público en la digitalización del transporte comienza con la formulación de **tres tipos de instrumentos de planificación**: (i) planes generales de transporte, incluyendo a la transformación digital como uno de sus objetivos; (ii) planes específicos para la transformación digital del sector o de uno de sus modos (transporte marítimo, transporte aéreo, movilidad urbana, etc.); y (iii) planes no necesariamente enfocados en el sector de transporte aunque, dado su enfoque en tecnologías digitales (como ser la inteligencia artificial, o el IoT), conllevan un impacto implícito en la digitalización del mismo. En general, los países de ALC también cuentan con estos instrumentos (ver **Cuadro 6.1**).



Cuadro 6.1. ► PLANES, PROGRAMAS E INICIATIVAS CON IMPACTO EN LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL TRANSPORTE EN ALC (países seleccionados)

		MOVILIDAD URBANA	LOGÍSTICA (*)	TRANSPORTE AÉREO
ARGENTINA	Planes Nacionales de Transporte	<ul style="list-style-type: none"> Plan de Acción Nacional de Transporte y Cambio Climático Plan Federal Estratégico de Movilidad y Transporte 		
	Planes o programas para áreas específicas del transporte	<ul style="list-style-type: none"> Política Nacional Urbana Argentina 	<ul style="list-style-type: none"> Plan de Modernización Portuaria 	<ul style="list-style-type: none"> Plan de Modernización del Transporte Aéreo Plan de Acción del Estado Argentino para la Reducción de Emisiones de CO₂ en la Aviación
	Planes e instrumentos transversales con impacto en el transporte	<ul style="list-style-type: none"> Plan Nacional de Inteligencia Artificial Estrategia Nacional de Ciberseguridad Plan de Desarrollo Productivo Argentina 4.0 Paquete de Apertura de Datos de la República Argentina Guía para la identificación y uso de entidades interoperables Plan Federal Estratégico de Movilidad y Transporte 		
BRASIL	Planes Nacionales de Transporte	<ul style="list-style-type: none"> Política Nacional de Transportes Plan Integrado de Largo Plazo para la Infraestructura 2021-2050 		
	Planes o programas para áreas específicas del transporte	<ul style="list-style-type: none"> Política Nacional de Movilidad Urbana 	<ul style="list-style-type: none"> Plan Nacional de Logística 2035 Plan Director de Tecnología de Información y Comunicaciones 2021-2024 Planificación Estratégica Agencia Nacional de Transportes Terrestres 2020-2030 	<ul style="list-style-type: none"> Plan Aeronáutico Nacional 2018-2038 Programa Nacional de Facilitación del Transporte Aéreo Programa Sirius
	Planes e instrumentos transversales con impacto en el transporte	<ul style="list-style-type: none"> Estrategia de Inteligencia Artificial Estrategia de Gobierno Digital Estrategia Brasileña para la Transformación Digital Estrategia Nacional de Internet de las Cosas Estrategia Nacional de Ciberseguridad Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación para Materiales Avanzados (en consulta pública para inicio de su preparación) Estrategia Nacional de Innovación Plan de Acción de Ciencia, Tecnología e Innovación para Tecnologías Convergentes y Habilitadoras para Manufactura Avanzada Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2016-2022 Programa Ruta – Movilidad y Logística del Gobierno federal 		



		MOVILIDAD URBANA	LOGÍSTICA (*)	TRANSPORTE AÉREO
CHILE	Planes Nacionales de Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de Digitalización del Transporte • Política de Equidad de Género en Transportes • Política Nacional de Transportes 		
	Planes o programas para áreas específicas del transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Estrategia Nacional de Movilidad Sostenible • Estrategia nacional de electromovilidad 2021 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan Logística Colaborativa • Plan Nacional de Accesibilidad Terrestre a Puertos 2021 • Revisión de la Política Portuaria de Chile • Fondo de Modernización Portuaria 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan Estratégico del Transporte Aéreo • Programa Nacional de Facilitación del Transporte Aéreo Internacional • Plan Estratégico 2019-2030 DGAC
	Planes e instrumentos transversales con impacto en el transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Política Nacional de Inteligencia Artificial y su plan de acción • Agenda Digital • Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación • Ley de Transformación Digital del Estado • Política Nacional de Ciberseguridad • Estrategia de Transformación Digital del Estado • Plan Nacional Chile Territorio Inteligente 		
COLOMBIA	Planes Nacionales de Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Plan Maestro de Transporte • Plan Maestro de Transporte Intermodal • Planes institucionales de capacitación • Plan de Seguridad y Privacidad de la Información • Plan de Datos Abiertos del Ministerio de Transporte 		
	Planes o programas para áreas específicas del transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Plan Maestro Nacional de Sistemas Inteligentes para la Infraestructura, el Tránsito y el Transporte 	<ul style="list-style-type: none"> • Política Nacional Logística • Pacto por el Transporte y la Logística para la Competitividad y la Integración Regional 2030 • Plan Maestro Fluvial de Colombia • Plan Nacional de Vías para la Integración Regional • Plan Vial Regional • Plan Nacional de Seguridad Vial 2011-2021 • Plan Estratégico Intermodal de Infraestructura de Transporte 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de Navegación Aérea para Colombia • Plan Estratégico Aeronáutico 2030



		MOVILIDAD URBANA	LOGÍSTICA (*)	TRANSPORTE AÉREO
COLOMBIA	Planes e instrumentos transversales con impacto en el transporte	<ul style="list-style-type: none"> Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 Plan Estratégico de Tecnologías de la Información 2020-2023 Política Nacional de Ciberseguridad Política Nacional para la Transformación Digital e Inteligencia Artificial (Conpes 3975) Plan TIC 2018-2022 “El Futuro Digital es de Todos” Plan 5G Fondo Único de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones 		
COSTA RICA	Planes Nacionales de Transporte	<ul style="list-style-type: none"> Plan Nacional de Transportes 2011-2035 Plan Estratégico Sectorial 2019-2024 Infraestructura y Transporte 		
	Planes o programas para áreas específicas del transporte	<ul style="list-style-type: none"> Política Nacional de Desarrollo Urbano 2018-2030 y Plan de Acción 2018-2022 	<ul style="list-style-type: none"> Plan Nacional en Logística de Cargas 2014-2024 Plan Maestro Portuario Del Litoral Pacífico 	<ul style="list-style-type: none"> Plan Nacional de Facilitación
	Planes e instrumentos transversales con impacto en el transporte	<ul style="list-style-type: none"> Estrategia Económica Territorial para una Economía Inclusiva y Descarbonizada 2020-2050 en Costa Rica Costa Rica post 2030: principales retos a 2050 Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones Estrategia Nacional de Ciberseguridad Plan Nacional de Desarrollo e Inversión Pública del Bicentenario 2019-2022 Ruta 5G El camino de Costa Rica hacia las redes IMT 		
JAMAICA	Planes Nacionales de Transporte	<ul style="list-style-type: none"> Vision 2030 Jamaica – National Development. Transport Sector Plan 2009-2030 National Transport Policy 		
	Planes o programas para áreas específicas del transporte		<ul style="list-style-type: none"> PCS Jamaica y su proyecto de implementación 	<ul style="list-style-type: none"> El sector aéreo es abordado en el plan Vision 2030
	Planes e instrumentos transversales con impacto en el transporte	<ul style="list-style-type: none"> Vision 2030 Jamaica – National Development Plan Information and Communications Technology - Sector Plan National Cybersecurity Strategy JamaicaEye National CCTV Initiative 		
PANAMÁ	Planes Nacionales de Transporte	<ul style="list-style-type: none"> Plan Estratégico de Gobierno 2019-2024 		
	Planes o programas para áreas específicas del transporte	<ul style="list-style-type: none"> Plan Integral de Movilidad Urbana Sustentable para el Área metropolitana de Panamá 2016 	<ul style="list-style-type: none"> Estrategia Nacional Logística 2030 Plan Estratégico Quinquenal de la Autoridad Marítima de Panamá 	<ul style="list-style-type: none"> Programa Nacional de Seguridad de la Carga Aérea Programa Nacional de Seguridad de la Aviación Civil



		MOVILIDAD URBANA	LOGÍSTICA (*)	TRANSPORTE AÉREO
PANAMÁ	Planes e instrumentos transversales con impacto en el transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Agenda Digital Nacional • Panamá Hub Digital - Estrategia para el Desarrollo del Sector TIC • Estrategia de Ciberseguridad • Plan de Acción Nacional de Datos Abiertos de Gobierno 		
REPÚBLICA DOMINICANA	Planes Nacionales de Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Plan Nacional de Infraestructura de República Dominicana 2020-2030 		
	Planes o programas para áreas específicas del transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de Movilidad Urbana Sostenible del Gran Santo Domingo 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan Nacional de Logística de Cargas 2020-2032 • Plan estratégico institucional 2021-2024 de la Autoridad Portuaria Dominicana 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan Estratégico Institucional 2021-2024 del Instituto Dominicano de Aviación Civil
	Planes e instrumentos transversales con impacto en el transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Plan Nacional Plurianual del Sector Público 2021-2024 • Estrategia Nacional de Ciberseguridad 2018-2021 • Estrategia Nacional de Desarrollo • Plan de acción 2021-2024 de la Agenda Digital 2030 • Agenda Digital 2030 		

Fuente: Compilación de autores.

(*) Incluye transporte marítimo, terrestre y última milla.

Como se observa en el **Cuadro 6.1**, la mayor parte de países de la región aquí analizados ha desarrollado **planes nacionales de transporte**. Algunos planes señalan la necesidad de avanzar en la adopción de tecnologías, en diversos modos de transporte. Por ejemplo, la Política Nacional de Transporte de Brasil presenta objetivos para el transporte aéreo (fomentar inversiones en tecnologías e incorporar procedimientos de facilitación del movimiento de aeronaves civiles, tripulantes, pasajeros y cargas); el transporte terrestre (incentivar el uso de tecnología orientada a la identificación de vehículos con miras a subsidiar la planificación de transportes); y el transporte marítimo (mejorar la productividad del sistema portuario en el movimiento de cargas). La Política Nacional de Transportes de Chile plantea iniciativas en movilidad urbana (Sistemas de información para apoyar las decisiones de ruta y período de viaje, mecanismos automáticos de recolección de datos de tráfico e información a usuario, medio de pago de infraestructura de intercambio, fortalecimiento de la información a los usuarios), puertos (Programa de reserva de espacio para la construcción de rutas, terminales portuarios, zonas de respaldo, parqueaderos de camiones), y transporte terrestre (Sistema de información sobre costos del transporte y tiempos de viaje). El



La transformación digital no suele ser una prioridad en los planes sectoriales de ALC.

Plan de Acción Nacional de Transporte y Cambio Climático de Argentina menciona tres medidas relacionadas con la digitalización: adopción de buses con energías alternativas, implementación de sistemas de transporte inteligente y promoción de mejoras en aeronavegación.

Ahora bien, a pesar de que la mención al aspecto tecnológico en los planes de ALC sea alentadora, al compararlos con el caso de los países líderes, se observa que **la transformación digital no posee la misma relevancia**. En estos últimos, se enfatiza que las nuevas tecnologías están generando un profundo cambio en el sector y, en consecuencia, se reconoce que la transformación digital es un componente esencial para el desarrollo del transporte. No poseer este nivel de priorización en los planes nacionales tiene **efectos en la inclusión de esta temática en la agenda de política pública y en el orden que ocupa en cuanto a inversiones**.

Complementando los planes nacionales, muchos países de ALC poseen planes para modos o subsectores específicos. Aunque la situación es heterogénea, en general es allí donde más mención existe acerca de la relación entre tecnologías y transporte a nivel de políticas públicas. En materia de movilidad urbana, por ejemplo, la Política Nacional Urbana de Argentina, elaborada en el 2018, plantea claramente la necesidad de invertir en tecnologías digitales para mejorar los procesos de planificación y gestión de la movilidad de ciudades. De manera similar, la Estrategia Nacional de Movilidad Sostenible de Chile define en sus prioridades la mejora de los mecanismos de captura, procesamiento y análisis de datos de movilidad, la transformación digital para una gestión integral del tránsito y el fortalecimiento de los servicios de información a la ciudadanía.

Con relación a la logística, en la mayoría de los planes y agendas nacionales se incluyen iniciativas y ejes de intervención relacionados con la transformación digital. Por ejemplo, el Plan Nacional de Logística de Cargas 2014-2024 de Costa Rica contempla el uso de TIC para alcanzar la completa digitalización de procesos de comercio exterior y las operaciones de cadenas y comunidades logísticas, facilitando la simplificación de trámites y la interoperabilidad institucional. La Estrategia Logística Nacional 2030 de Panamá, concebida como una “estrategia de estrategias”, plantea entre sus ejes de intervención la construcción de un sistema de intercambios de información entre terminales portuarias que informe en tiempo real y que capte la capacidad y los pronósticos de corto plazo, el desarrollo de un *Cargo Community System* para el transporte aéreo, y la implementación de un sistema de gestión integral de datos logísticos.

En el sector de transporte aéreo, los planes consultados mencionan la necesidad de prever el impacto relacionado con el desarrollo de nuevas tecnologías por el sector. El caso más avanzado es el de Brasil, cuyo Plan Aeronáutico Nacional 2018-2038 considera la promoción de medidas que incentiven la adopción de tecnologías emergentes y la innovación, como el control automatizado de fronteras, el uso de



La mención a la tecnología en los planes subsectoriales es muy incipiente y tampoco existen hojas de ruta para la transformación digital.

biometría y la optimización del sistema de control del espacio aéreo, además de la identificación de áreas de trabajo para las nuevas tecnologías aéreas (como las aeronaves de aterrizaje y despegue vertical, o VTOL). Otros países mencionan a las tecnologías en sus planes, pero de manera menos específica que el brasileño. En Argentina, la actualización 2021 del Plan de Acción del Estado Argentino para la Reducción de Emisiones de CO₂ en la Aviación considera la necesidad de modernizar los sistemas de aeronavegación, promover fuentes energéticas sostenibles e implementar el *Electronic Flight Bag* (EFB). El Plan Estratégico del Transporte Aéreo de Chile menciona de manera general el tema de transformación tecnológica como un elemento a ser considerado en la planificación de infraestructuras y operaciones aéreas. En Colombia, el Plan Estratégico Aeronáutico 2030 menciona los desafíos de las nuevas tecnologías, entre los cuales incluye a la capacitación de los profesionales de la administración.

Ahora bien, los avances no son similares para todos los países ni en todos los subsectores de un mismo país. Comparado con la experiencia internacional, **la mención a la tecnología en los planes subsectoriales es limitada**. Asimismo, la noción presente en los planes suele ser más la de la utilización de tecnologías para alcanzar objetivos de eficiencia, que el concepto de una transformación digital en sí del transporte y lo que ello implica para la economía y las sociedades. Sin embargo, los resultados de las entrevistas realizadas a los tomadores de decisión de la región sugieren que ya **se está tomando conciencia sobre la relevancia de esta temática** y considerando su inclusión en actualizaciones futuras de los planes, por lo que **se espera que el nivel de mención en los documentos aumente** y, con ello la atención a la transformación digital entre las prioridades sectoriales. Al hacerlo, será clave que estos planes incluyan una **hoja de ruta** para avanzar en la implementación, identificando las acciones a realizar por el sector público, el privado o en conjunto.

Otra área de planificación a nivel de subsectores en los países líderes es la **promoción de ciertas tecnologías**, como los vehículos eléctricos, vehículos autónomos y drones. Al respecto, como abordado en detalle por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2021), los países de ALC están avanzando en el diseño de planes de electromovilidad, hojas de ruta para la promoción de la misma e instrumentos para su materialización, aunque de manera heterogénea. En cambio, no se evidencian planes específicos para otras tecnologías, como los vehículos autónomos y la IA, que han tenido mucha atención por parte de los países líderes.

En combinación con planes para modos específicos, varios países han desarrollado **agendas digitales transversales**. Sin embargo, entre los sectores priorizados rara vez se encuentra el transporte, aunque existen acciones que lo tocan de manera tangencial o para algún proyecto definido. Por ejemplo, la Agenda Digital de Chile, que se enfoca en ejes como conectividad, gobierno digital, economía digital y competencias digitales, hace referencia a la necesidad de impulsar el desarrollo de pilotos de ciudades inteligentes. La Agenda Digital Nacional de Panamá incluye la



Las estrategias de ciberseguridad no presentan acciones específicas para el transporte.

modernización del Sistema Integrado de Gestión Aduanera y menciona la licitación de un Sistema Automatizado de Recaudo para el transporte urbano de ciudad de Panamá.

Otro de los temas transversales de planificación es la **ciberseguridad**. Todos los países aquí analizados ya han desarrollado estrategias nacionales en este ámbito. En general, el desarrollo de estrategias y/o planes de ciberseguridad ha evolucionado de manera simultánea con el avance de la conectividad de banda ancha y el despliegue de redes troncales de fibra óptica en la región. Las estrategias nacionales suelen mencionar la importancia de la infraestructura de transporte como crítica para un país y, por lo tanto, vulnerable a ataques cibernéticos. Por ejemplo, el Programa Nacional de Infraestructuras Críticas para Información y Ciberseguridad de Argentina, elaborado a partir de la estrategia Nacional de Ciberseguridad, define el marco regulatorio para proteger componentes esenciales de los sectores público y privado, incluyendo el transporte. En Brasil, todos los actores del sector público involucrados en infraestructuras críticas (incluido el transporte) deben coordinar acuerdos de ciberseguridad con el Ministerio de Defensa. La Política Nacional de Ciberseguridad de Chile y la Estrategia Nacional de Ciberseguridad de Jamaica identifican al sector transporte como una de las infraestructuras críticas a ser protegida en caso de ataque de ciberseguridad. Ahora bien, al comparar las estrategias de los países líderes con las de la región, surge que, a pesar de la mención del transporte en las mismas, luego no se presentan acciones específicas para el sector.

Finalmente, de manera consistente con las economías avanzadas, algunos países de ALC han formulado **planes nacionales de tecnologías específicas** con un potencial impacto transversal en el sector del transporte. Por ejemplo, Argentina desarrolló un Plan Nacional de Inteligencia Artificial, si bien su énfasis fue puesto más en la capacitación de recursos humanos y la promoción de I+D, que en el efecto de derrame en sectores económicos específicos. Ese es el mismo abordaje de la Política Nacional de Inteligencia Artificial de Chile.

El **Cuadro 6.2** resume la situación de la región respecto de los instrumentos de planificación y de las mejores prácticas relevadas en el **Capítulo 2**. El mensaje principal es que **existe un cierto avance en cuanto a la inclusión de la tecnología como factor de impacto en el sector, aunque se encuentra en un estado embrionario si se lo compara con el caso de los países avanzados, quienes identifican a la transformación digital como una de sus prioridades para el desarrollo del sector y poseen estrategias y hojas de ruta definidas al respecto**⁴⁶.

⁴⁶ Esta conclusión es consistente con la articulada por Calatayud & Katz (2019) en su evaluación de la transformación digital de las cadenas de suministro en la región.



Cuadro 6.2. ► COMPARACIÓN ENTRE LA SITUACIÓN EN ALC Y LAS MEJORES PRÁCTICAS EN LA PLANIFICACIÓN DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL TRANSPORTE

INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN	MEJORES PRÁCTICAS	SITUACIÓN EN ALC
Planes Nacionales de Transporte	<ul style="list-style-type: none"> Incluir a la transformación digital como elemento central para el desarrollo del sector 	<ul style="list-style-type: none"> Algunos planes señalan la necesidad de avanzar en la adopción de tecnologías, en diversos modos de transporte, pero la transformación digital no es indicada como prioridad para el sector
Planes para subsectores del transporte	<ul style="list-style-type: none"> Gran disponibilidad de planes específicos para movilidad urbana, logística y transporte aéreo Basados en la noción de la transformación profunda que supone la digitalización Incluyen hojas de ruta para la implementación de acciones, identificando aquellas a realizar por los sectores público y privado 	<ul style="list-style-type: none"> Mayor mención sobre la relación entre tecnologías y transporte, respecto a planes nacionales de transporte Noción limitada a adopción tecnológica, en vez de transformación digital Incremento nivel de concientización sobre la necesidad de inclusión en futuros planes subsectoriales
	<ul style="list-style-type: none"> Las estrategias nacionales de digitalización ayudan a definir de manera clara los ejes de intervención de la transformación digital sectorial, particularmente en lo referido a la innovación tecnológica 	<ul style="list-style-type: none"> El concepto de transformación digital del transporte es abordado en las estrategias de digitalización de manera tangencial y en relación con proyectos específicos Si bien algunos países han desarrollado planes específicos para la digitalización del transporte, solo en Brasil el plan propone acciones a lo largo de todos los modos
	<ul style="list-style-type: none"> Planes para el desarrollo e implementación de tecnologías específicas en el sector, con la participación privada, incluyendo a la movilidad eléctrica y autónoma 	<ul style="list-style-type: none"> Avances en materia de planificación, hojas de rutas e instrumentos para movilidad eléctrica exclusivamente
Planes transversales, con impacto en el transporte	<ul style="list-style-type: none"> Agendas digitales que identifican al transporte entre sectores prioritarios Estrategias de ciberseguridad que miran al transporte como elemento crítico de la seguridad y formulan recomendaciones 	<ul style="list-style-type: none"> No hay priorización del sector en las agendas digitales Estrategias de ciberseguridad que mencionan al sector, pero no brindan lineamientos

Fuente: Autores.



3 “instrumentos de planificación para impulsar la transformación digital del transporte: planes generales del sector que incluyen a la transformación entre sus objetivos, planes con foco en la transformación digital y planes para el desarrollo de tecnologías específicas”



6.2

Uso de instrumentos de política pública para fomentar la transformación digital del transporte

El análisis de la experiencia de países líderes presentado en el **Capítulo 4** indicó que promover la transformación digital del transporte requiere del **diseño de políticas públicas orientadas a superar desafíos en cuatro áreas**:

- Elaboración de políticas públicas en un marco de incertidumbre tecnológica.
- Desarrollo de incentivos para superar barreras a la adopción tecnológica.
- Introducción de estímulos para resolver fallos de coordinación (compartición de datos, estándares) entre actores del ecosistema del transporte.
- Promoción y educación sobre la digitalización del transporte.

El análisis de la experiencia de ALC demuestra que: (i) los países de la región enfrentan los mismos obstáculos que los identificados en países líderes, y (ii) los instrumentos desplegados en América Latina para resolverlos no son exactamente los mismos que en tales países, demostrando una **adaptación a las condiciones específicas de la región**, como ser la limitada disponibilidad de recursos humanos o financieros.

6.2.1 Instrumentos para la definición de políticas públicas en un marco de incertidumbre

Los gobiernos de los países líderes utilizan tres prácticas para controlar la incertidumbre en la definición de políticas públicas para la digitalización del transporte:

- Estudios prospectivos y escenarios de desarrollo de la digitalización del transporte, combinado con consultas públicas.
- *Sandboxes* regulatorios.
- Cooperación internacional para acceder a experiencias de otras naciones.

El uso de estos instrumentos en América Latina y el Caribe no está todavía muy difundido, en parte por la **posición de la región en la periferia del ciclo mundial de innovación tecnológica**. En este sentido, los países de la región se benefician de la posición de adoptante tardío en relación con el ciclo de difusión de tecnologías, dado que pueden aprender de las experiencias de actores que se encuentran más avanzados y hacer *leapfrogging* en la adopción de tecnologías⁴⁷. Es por ello que,

⁴⁷ El concepto de adoptante tardío fue elaborado originalmente por Everett Rogers en su estudio *Diffusion of Innovations* (Rogers, 1995).



de las tres prácticas mencionadas arriba, **la cooperación internacional para acceder a experiencias de países líderes** es quizás el instrumento más utilizado por los gobiernos latinoamericanos. Esta cooperación ocurre a partir de múltiples canales.

En primer lugar, las **organizaciones internacionales** constituyen un vehículo de socialización de conocimientos hacia los gobiernos de la región. En el campo de la logística, por ejemplo, las agencias de Naciones Unidas, como la Organización Mundial de Aduanas y UNCEFACT (Centro para la Facilitación del Comercio y el Comercio Electrónico) juegan un rol en la promoción de estándares y en el desarrollo de Ventanillas Únicas de Comercio Exterior. En el transporte aéreo, la Organización Internacional de Aviación Civil (OACI) está participando en la promoción de tecnologías de biometría, regulación del espacio aéreo y gestión de seguridad. A través de sus programas de inversión y de asistencia técnica, los **Bancos de Desarrollo** están cumpliendo un rol importante en la promoción de la adopción de tecnologías. En efecto, la **Visión 2025 del BID** en materia de recuperación y crecimiento económico de ALC tiene a la transformación digital como uno de sus cinco pilares, destacando que esta es clave para lograr mayor eficiencia, sostenibilidad e inclusión en los países de la región. Así, el BID está promoviendo avances a nivel de planificación y regulación sectorial, inversión en desarrollo y testeo de tecnologías⁴⁸, fortalecimiento de las instituciones del transporte y colaboración con el sector privado, facilitando también el acceso a buenas prácticas internacionales por parte de la región (véase Calatayud et al., 2022, para ejemplos en este sector).

Adicionalmente, las **organizaciones internacionales del sector privado** juegan un papel de promotor y facilitador de innovaciones. Por ejemplo, la Asociación de Transporte Aéreo Internacional (IATA) está cooperando con naciones latinoamericanas a través del programa *One Record*, para la digitalización de la documentación, la sistematización de datos y el intercambio de información *end-to-end* entre las partes involucradas en operaciones de carga aérea. De manera similar, la Asociación Internacional de Sistemas de Comunidad Portuaria (IPCSA, en sus siglas en inglés) actúa como punto de coordinación para la compartición de experiencias en la implementación de estos sistemas.

Los canales de intercambio de experiencias se extienden a las relaciones **colaborativas entre gobiernos**. Por ejemplo, la Agencia Nacional de Aviación Civil (ANAC) de Brasil ha desplegado canales de comunicación intenso con organizaciones similares en Estados Unidos, Canadá, Europa y China. Asimismo, la ANAC ha establecido diálogos con agencias de varios países de ALC, incluidos Argentina, Chile y Colombia, sobre temas seguridad y certificación de aeronaves de pequeño tamaño.

Los gobiernos de los países líderes también contribuyen a la transmisión de conocimiento y experiencias. Por ejemplo, la Agencia de Promoción de Negocios de los Países Bajos, dependiente del Ministerio de Asuntos Extranjeros, realiza estudios periódicos de análisis de la digitalización portuaria en la región con el objetivo de

⁴⁸ Por ejemplo, se han desarrollado herramientas como [Pavimenta2](#) y [VíaSegura](#), que utilizan video-detección e inteligencia artificial para detectar fallas en pavimentos y en señalización vial, respectivamente, siendo ambas herramientas de libre acceso para el fortalecimiento técnico del sector en la región.

⁴⁹ Ministry of Foreign Affairs (STC International, 2020). *Study on digitalization in ports in the Latin American region* (November).



promover la difusión de conocimientos y experiencia desarrollados en este país.⁴⁹ En otro caso, la Administración Federal de Aviación de Estados Unidos está trabajando con la OACI y un conjunto de países de ALC en la promoción de capacitación y la provisión de asistencia técnica en temas de ciberseguridad en el sector aéreo. Corea cuenta con numerosos proyectos de colaboración con las autoridades de aviación civil de la región para la transmisión de tecnología.

Otra manera de incorporar tecnologías por parte de los gobiernos de ALC ha sido mediante **proyectos de infraestructura física o tecnológica**. De esta manera, las compañías multinacionales con actividades en la región actúan como vehículo de transmisión natural en el proceso de difusión de innovaciones. El **proceso de compras públicas** es clave en este sentido, para lo cual algunos gobiernos están modificando sus políticas de adquisiciones, a fin de poseer mayor flexibilidad en cuanto a, por ejemplo, los bienes a comprar. Así, países como Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México y Perú, entre otros, han incorporado el concepto de compra pública de innovación, la que permite adquirir servicios de I+D que puedan resultar en prototipos de primeros productos o servicios, en forma de series de prueba, tecnológicamente innovadores y que satisfagan necesidades públicas.

En lo referente al uso de **estudios prospectivos** de tecnologías en desarrollo o escenarios de adopción, estos son realizados generalmente en el marco del lanzamiento de planes o estrategias nacionales referentes a tecnologías específicas, de algunos planes sectoriales que considere con mayor atención al aspecto tecnológico, o de algunos proyectos puntuales. Así, este tipo de instrumentos es mucho más limitado al comparar con la actividad de investigación de países líderes como el Reino Unido o los apoyados por el Departamento de Transporte de Estados Unidos, y normalmente no se encuentran disponibles al público ni se presentan a consulta pública. Del mismo modo, una vez realizado el plan, es difícil para el ente organizador continuar generando estudios de seguimiento o actualización, así como adentrarse en áreas de impacto o adopción específica como ocurre en países como el Reino Unido y Estados Unidos.

Los **sandboxes regulatorios y bancos de pruebas** están comenzando a difundirse en algunos países, aunque los ejemplos son aún muy limitados. Por ejemplo, el gobierno de Chile, en conjunto con Transdev y el BID realizó una prueba piloto de minibús autónomo en entre 2019 y 2020 con el objetivo de evaluar la tecnología a tres niveles: normativo, tecnológico y cultural.⁵⁰ Airbus, a través de su subsidiaria VOOM, ofreció una iniciativa de servicios de taxi aéreo y helicópteros en São Paulo entre 2017 y 2020, y en la Ciudad de México entre 2018 y 2020⁵¹. El objetivo de este servicio era comprender mejor las necesidades de consumidores, la interacción con sistemas de control del espacio aéreo y la disponibilidad de infraestructura. Embraer, a través de su subsidiaria EVE, realizó vuelos de concepto en Río de Janeiro utilizando un helicóptero adaptado, con el objetivo de comprender mejor los procesos operacionales y las necesidades de los actores involucrados en una operación aérea de este tipo⁵². En este sentido, la prueba involucró

⁵⁰ Navas & Mix (2021). *Primer piloto de vehículo autónomo en Latinoamérica*. Banco Interamericano de Desarrollo Nota Técnica (Noviembre).

⁵¹ Airbus (2017). *Rethinking Urban Air Mobility*.

⁵² EVE (2021). *Eve's Urban Air Mobility simulation in Rio de Janeiro starts in November*.



Los *sandboxes* regulatorios y bancos de pruebas están comenzando a difundirse en algunos países, aunque los ejemplos son aún muy limitados.

a 12 organizaciones, incluyendo a entes reguladores. Sin embargo, estos ejemplos son casos aislados y no se han traducido aún en la adopción de principios o directrices que guíen el avance de estas tecnologías, comenzando por marcos que permitan e incentiven el testeo en entornos reales. La cooperación internacional puede contribuir en esta materia dado que, al ser ALC un adoptante tardío, puede adaptar guías y directrices de países líderes a su realidad particular.

En términos generales, las entidades del sector poseen **recursos financieros muy escasos para la investigación y la inversión en proyectos de tecnología**, lo que constituye un obstáculo para el desarrollo de bancos de prueba, así como la realización de estudios prospectivos y la investigación de impactos sociales potenciales en áreas como la movilidad urbana. Esto constituye una gran diferencia con el caso de los países líderes, donde las agencias del sector poseen líneas de presupuesto claramente establecidas para proyectos de I+D. Asimismo, se benefician de fondos provenientes de otras áreas de gobierno, como ciencia y tecnología, seguridad o medioambiente.

6.2.2 Incentivos para superar barreras a la transformación digital

Uno de los mayores desafíos para la transformación digital del transporte en los países líderes son las **dificultades para la innovación que enfrentan las empresas de menor tamaño**, considerando sus limitaciones tanto de capital humano como de recursos financieros. Si bien esta barrera también existe en ALC, la misma puede extenderse a la gran empresa de transporte.

De las entrevistas realizadas, esto emerge particularmente en los casos del transporte terrestre y el transporte público de pasajeros. En este caso, las empresas coinciden en señalar **seis barreras para abordar la transformación digital de sus operaciones**:

- Limitada disponibilidad local de tecnología, lo que las lleva a buscarla en el extranjero, con el consiguiente impacto en los costos.
- Bajo nivel de formación del capital humano.
- Capacidad gerencial limitada para liderar el diseño y la implementación de la transformación digital. Gran parte de la gerencia pertenece a la generación anterior y tiene, por lo tanto, cierta dificultad para visualizar una estrategia de transformación.
- Altos costos de capital.
- Baja conectividad a Internet, especialmente en el interior del país.
- Cierta nivel de resistencia de la fuerza laboral.

En comparación con los instrumentos utilizados por los países líderes para promover la superación de estos desafíos, que incluye el despliegue de centros tecnológicos, la difusión de conocimiento y programas de incentivos a la modernización tecnológica,



las experiencias relevadas de la región sugieren un **mayor foco en los aspectos regulatorios y de compras públicas**. Esto está relacionado con una menor disponibilidad de recursos para establecer programas de incentivos fiscales y financieros como los que se encuentran disponibles en los países líderes. De todas maneras, cabe mencionar avances puntuales en lo que se refiere al diseño de programas para la renovación de flotas de transporte público y de carga, con el fin de promover la utilización de energías limpias y promover un uso más eficiente de las mismas. Ejemplos de ello son los programas de promoción de las flotas eléctricas para el transporte público que Colombia, Ecuador y Perú establecieron con el apoyo del BID.

Un aspecto favorable en la región es que el **proceso de compras públicas** es cada vez más utilizado para estimular la adopción de tecnologías tanto en la construcción de infraestructura como en la operación de la misma y de los servicios de transporte. Por ejemplo, en el caso de Subterráneos de Buenos Aires, la licitación realizada en 2020 incluyó obligaciones para generar información en tiempo real que solo podía ser realizada mediante la digitalización de procesos. Asimismo, el puntaje usado para la adjudicación del contrato incluía métricas relacionadas con aspectos tecnológicos, tales como el nivel de digitalización de procesos. En la actualidad, este incentivo está siendo evaluado para ser extendido mediante un proceso de socialización e integración al sistema ferroviario suburbano de la ciudad. Por su parte, Colombia licitó en 2021 el proceso de recaudo para los principales corredores viales del país, transformándolo en electrónico, lo que se espera que se extienda a otras vías de la red.

Las **medidas regulatorias** también son utilizadas para promover la digitalización del transporte. En el caso del transporte público, muchas ciudades de ALC han avanzado hacia la utilización de pagos electrónicos y la unificación de los sistemas de pago del transporte público en torno a una única plataforma. Esto ha permitido la generación de una gran cantidad de datos sobre el uso de los servicios, que es utilizada para gestionar las flotas de transporte, brindar información a los usuarios y monitorear el cumplimiento de objetivos de desempeño según establecido en los contratos con los operadores de transporte público. En transporte terrestre, el gobierno de Brasil, por ejemplo, estableció en 2021 que toda empresa de transporte carretero debía migrar a la transmisión de información en formato digital, eliminando así el soporte papel. En México, la autoridad fiscal decretó en mayo de 2021 que toda operación de importación y exportación debía estar sustanciada por una factura electrónica (Comprobante fiscal) con Complemento Carta Porte, estableciendo un período de transición para que las empresas se ajustaran a estos requerimientos⁵³.

Como mencionado al principio de esta sección, una gran diferencia con los países líderes es la **escasa disponibilidad de asistencia financiera y técnica a las empresas del sector**, especialmente a las de menor tamaño, para incentivar la modernización tecnológica o, inclusive, acomodarse a los nuevos requisitos informáticos establecidos en la regulación. Esto genera resistencia al cambio ante normativas buscan promover un avance del sector en materia de eficiencia y transparencia, y una comunicación más rápida con las agencias públicas en cuanto a los cumplimientos de los requisitos administrativos.

⁵³ http://omawww.sat.gob.mx/cartaporte/Paginas/documentos/PreguntasFrecuentes_Autotransporte.pdf



La incertidumbre sobre la gobernanza de datos y la protección de la privacidad dificulta el intercambio de información en materia de transporte.

6.2.3 Incentivos para resolver potenciales fallos de coordinación entre actores del ecosistema del transporte

El análisis de la experiencia de países líderes indicó que la transformación digital del transporte enfrenta fallos de coordinación entre actores del ecosistema del sector en relación con el intercambio de información y el desarrollo de estándares para la comunicación de datos. ALC no es una excepción en este terreno.

Los mecanismos para intentar solucionar estos fallos en la región son múltiples, normalmente aplicados a experiencias particulares y con soluciones puntuales. Por ejemplo, en el caso de la movilidad urbana, donde la construcción de sistemas integrados de gestión requiere obtener datos de múltiples fuentes de información, incluyendo aquellas de carácter privado, la recolección de datos responde más a un **proceso de negociación ad hoc**, que a medidas regulatorias. Una importante limitación mencionada por los entrevistados son las **barreras institucionales para intercambiar información**, especialmente en lo que respecta al ámbito de seguridad, donde se cuenta con una gran cantidad de información mediante los sistemas de videovigilancia instalados en las ciudades. La dificultad central en este caso ha sido la **ausencia de normativas claras sobre la protección de la privacidad y de mecanismos de gobernanza de los datos**, que ha ido definiéndose de manera puntual para cada acuerdo interinstitucional firmado. Otro aspecto resaltado es el escaso acceso y/o la falta de estandarización de información proveniente de municipios circundantes que forman parte de las áreas metropolitanas, lo cual en los países líderes ha sido superado mediante Autoridades Metropolitanas de Transporte o acuerdos de colaboración interterritoriales. La **fragmentación** y los obstáculos para la colaboración institucional, ya sea dentro o entre territorios, ha dificultado avanzar en la implementación de tecnologías como el recaudo electrónico para el transporte público. La falta de mandato institucional y de recursos humanos y tecnológicos son otros desafíos importantes mencionados por los actores del sector.

Todos estos aspectos suelen ser mucho más desafiantes que las limitaciones en materia de interoperabilidad entre sistemas. La respuesta de uno de los entrevistados ilustra muy bien este punto: del tiempo requerido para estructurar la coordinación entre agencias o con el sector privado -que puede superar el año-, 90% es utilizado para definir y firmar acuerdos, mientras resolver problemas técnicos ocupa apenas el 10%.

Una nota positiva es la existencia de **iniciativas que impulsan la apertura de datos**, como las implementadas por las ciudades de Buenos Aires y Bogotá, y los Observatorios que han sido creados para diferentes subsectores del transporte, como el Observatorio Nacional de Logística de Colombia. Un aspecto mencionado por los entrevistados en materia de apertura de datos es la necesidad de **avanzar en la adopción de estándares o normas para la compartición y comunicación de datos, con un rol proactivo de las agencias sectoriales competente**. Esto es clave para las ciudades, donde se necesitan guías claras sobre la información que deben recibir del ecosistema privado, incluyendo



Es clave apuntar hacia la adopción de estándares abiertos, para evitar el *lock-in* de proveedores y sistemas.

operadores de transporte público, TNCs, empresas de tecnología para la movilidad, empresas de micromovilidad, empresas de logística, etc. Un aspecto importante es apuntar hacia la adopción de estándares abiertos, para evitar el *lock-in* de proveedores y sistemas. Nuevamente, el hecho de que la región sea un adoptante tardío en el ciclo de transformación digital le permite aprender y escoger las experiencias internacionales que más se ajusten a su realidad.

6.2.4 Promoción y educación para la digitalización del transporte

Si bien los países líderes están implementando diferentes programas para la promoción de las nuevas tecnologías digitales y para la comunicación con la sociedad civil sobre las innovaciones en materia de digitalización del transporte, esto no ocurre de manera sistemática en la región. La revisión de experiencias muestra que existen algunos planes y programas para segmentos como las PyME o la industria manufacturera, y también de tecnologías específicas como la IA, donde podría incluirse al transporte. Sin embargo, **falta un esfuerzo sistemático de profesionalización y formación dirigido al sector.**

Los casos encontrados de cursos y seminarios de capacitación ofrecidos por empresas privadas a sus trabajadores, por asociaciones del sector y por Universidades, constituyen un buen inicio para avanzar hacia esquemas más ambiciosos, que prepare a la fuerza laboral del futuro del transporte. La oferta de conocimiento y formación en línea está siendo un aliado para mejorar la concientización y las habilidades digitales, a través de la participación en *webinars*, cursos masivos en línea, o cursos especializados para el personal del sector. Aun así, la falta de capital humano con habilidades digitales es una de las mayores preocupaciones del sector privado y, como se mencionó en el **Capítulo 5**, es una de las principales barreras para las agencias del sector público.

Al respecto de las **campañas de comunicación**, los gobiernos han realizado importantes esfuerzos para promover la utilización de pagos digitales y trámites electrónicos, y fomentar la seguridad vial en relación al incremento de la micromovilidad. También se han relevado campañas puntuales para sensibilizar a población sobre tecnologías de futuro, como la que tuvo lugar en Chile en torno al piloto del vehículo autónomo, y en Brasil en relación con los pilotos de drones para el transporte de pasajeros. Por su parte, es muy positivo notar las numerosas **participaciones de las autoridades de alto nivel de las agencias del sector en eventos nacionales e internacionales donde se debate acerca del futuro del transporte** con pares regionales y de los países líderes a nivel mundial.

Como síntesis de esta sección, puede evidenciarse que, si bien han ocurrido ciertos avances en ALC en el uso de instrumentos de política pública para promover la transformación digital del transporte, **la región se encuentra todavía muy rezagada respecto a la situación en los países líderes.** Derivado de la falta de estrategias para



impulsar la transformación digital, **los esfuerzos son puntuales, discontinuados y sin objetivos claros**. Como muestra el **Cuadro 6.3**, esto **difiere ampliamente respecto a la variedad y profundidad de los instrumentos empleados por los países líderes**, como mecanismo de materialización de las estrategias diseñadas para el sector.

Cuadro 6.3. ► SITUACIÓN DE ALC RESPECTO A LAS MEJORES PRÁCTICAS IDENTIFICADAS EN EL USO DE INSTRUMENTOS PARA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL TRANSPORTE (países seleccionados)

DESAFÍOS	MEJORES PRÁCTICAS	SITUACIÓN EN ALC
Incertidumbre en la definición de políticas adecuadas	<ul style="list-style-type: none"> Estudios prospectivos y escenarios de desarrollo de la digitalización del transporte, con insumos del sector privado, la academia y la sociedad civil 	<ul style="list-style-type: none"> Estudios puntuales para el desarrollo de planes Participación limitada de actores fuera del sector, usualmente en las etapas finales Escasa disponibilidad de recursos para actividades de investigación en este tema
	<ul style="list-style-type: none"> Estudios de impacto de comportamiento social sobre adopción y uso de plataformas digitales 	<ul style="list-style-type: none"> Escasa atención. Normalmente se realizan estudios puntuales en el contexto del desarrollo de planes Ausencia de profundización en áreas específicas
	<ul style="list-style-type: none"> <i>Sandboxes</i> regulatorios 	<ul style="list-style-type: none"> Presencia muy limitada en la región, restringiéndose a pocos casos en materia de movilidad urbana y transporte aéreo
	<ul style="list-style-type: none"> Cooperación internacional para acceder a experiencias 	<ul style="list-style-type: none"> Los países de la región son miembros de Organizaciones Internacionales (OMA, OACI, UNCEFACT) que impulsan la adopción de estándares Cooperación con asociaciones internacionales del sector privado Cooperación con países líderes Limitado intercambio de experiencias entre países de ALC
	<ul style="list-style-type: none"> Definición de principios y directrices que guían la transformación digital del transporte, para generar un marco de formulación de políticas públicas preservando flexibilidad y neutralidad tecnológica 	<ul style="list-style-type: none"> No se han detectado ejemplos en esta área



DESAFÍOS	MEJORES PRÁCTICAS	SITUACIÓN EN ALC
Barreras a la transformación digital	• Creación o apoyo al desarrollo de centros tecnológicos para el sector o segmentos del mismo	• Los centros tecnológicos existentes están enfocados en la promoción de Industria 4.0, con escasa participación del transporte
	• Campañas de difusión de conocimiento sobre los beneficios de la transformación digital	• Presencia muy limitada y en torno a proyectos específicos
	• Exenciones impositivas	• Programas específicos para renovación de flota de autobuses hacia fuentes limpias de energía, que incluyen nuevas tecnologías como GPS
	• Financiamiento a tasa subsidiada	• Programas específicos para renovación de flota de autobuses hacia fuentes limpias de energía, que incluyen nuevas tecnologías como GPS
	• Ayudas no reembolsables	• Dentro del contexto de programas para la Industria 4.0, pero con limitada participación del sector
	• Otros	• Incorporación de requisitos tecnológicos en compras públicas
Fallos de coordinación entre actores del ecosistema del transporte	• Obligaciones legales de compartición de datos	• Negociación bilateral <i>ad hoc</i> con proveedores de información
	• Adopción de estándares y normas	• Falta de formalización de estándares y normas para el intercambio de datos
	• Identificación de segmentos rezagados y combinación de instrumentos para incentivar el cambio tecnológico	• No se han relevado experiencias en la región
Falta de talento y de conocimiento sobre la transformación digital del sector	• Programas y centros de formación sobre tecnologías 4.0	• Ocasional creación de centros tecnológicos enfocados en Industria 4.0, pero menos énfasis en casos de uso del transporte
	• Campañas de educación permanente	• Mayor avance en materia de movilidad urbana con, por ejemplo, sistemas de recaudo electrónico, y en comunicación de trámites en línea
	• Eventos dedicados al sector o de corte tecnológico con participación de altos responsables gubernamentales	• Se releva mención en foros nacionales e internacionales por parte de responsables de ministerios y agencias de gobierno

Fuente: Autores.



6.3

Fortalecimiento de las instituciones y procesos sectoriales para la transformación digital

El gran desafío en términos de la capacidad de los gobiernos para acompañar y liderar la transformación digital del transporte es la falta de recursos humanos con una comprensión acabada de lo que el término significa. Si bien el nivel de alistamiento varía por país, los resultados de las encuestas y el consenso de los entrevistados sugieren que **los desafíos en materia de capacidad institucional no permiten a los Estados acompañar el proceso acelerado de transformación digital**. Independientemente de si el país incluye a la digitalización en sus estrategias sectoriales, son pocas las instituciones que poseen recursos especializados para la modernización tecnológica del sector.

Esto se refleja en el hecho de que la regulación y la elaboración de planes sectoriales están rezagados en relación al cambio tecnológico, lo que es más evidente en aquellos subsectores con una tasa acelerada de innovación, como el transporte aéreo. En general, el concepto de transformación digital dentro de los gobiernos es frecuentemente asimilado al de **automatización de procesos, más que a una reingeniería de los mismos** con miras a la mejora del desempeño. En contrapartida, como se vio en el **Capítulo 4**, las agencias de los países líderes actúan como inductores o, al menos, como socios del cambio, creando las reglas y el ambiente de negocios que permitan al sector privado avanzar en su transformación digital. Inclusive, muchos actúan como orquestadores de acciones para la generación de plataformas de intercambio de información y simplificación de procesos, como son los sistemas de MaaS y los PCS. Los entrevistados para este estudio coinciden en señalar la ausencia de este orquestador en ALC y la necesidad de que el sector público asuma este rol.

En el **Capítulo 5** analizamos las causas de esta capacidad limitada de las agencias públicas, que incluye la ausencia de mandato, la baja dotación presupuestal y de asignación de recursos en esta materia, la falta de acceso a programas de entrenamiento de los oficiales del sector, la resistencia al cambio y la alta rotación de personal. Todo esto es síntoma de la **baja priorización que está dando el sector público a la transformación digital desde el punto de vista estratégico y de planificación del transporte**. En gran medida, sigue presente en la región la **perspectiva de que debe resolverse primero la falta de infraestructura**, sin considerar -o desconociendo- los beneficios que las nuevas tecnologías pueden traer, por ejemplo, en materia de un mejor uso y conservación de la infraestructura existente y futura, disminuyendo las enormes necesidades de inversión que existen en la región.



Existen, sin embargo, **experiencias recientes que evidencian un cierto avance** en el fortalecimiento institucional y que auguran mayores progresos en el corto plazo. Por ejemplo, el Plan Director de Tecnología de Información y Comunicaciones 2021-2024 de Brasil, desarrollado conjuntamente entre la Superintendencia de Tecnología de Información y la Agencia Nacional de Transportes Terrestres, plantea objetivos en materia de modernización de la arquitectura informativa de servicios de transporte, la adopción de soluciones de análisis predictivo basadas en IA y el progreso en el área ciberseguridad para el transporte terrestre⁵⁴. Por su parte, el Plan Estratégico de Tecnologías de la Información y Comunicaciones 2020-2023 del Ministerio del Transporte de Colombia pone énfasis en construir capacidades tecnológicas en dicho ministerio. El Ministerio de Transporte de Chile ha firmado acuerdos con entidades privadas para la obtención de datos y ha fortalecido sus unidades para la construcción de capacidad analítica interna. Un desafío que las agencias públicas de ALC están superando en este proceso es la adecuación de sus políticas de adquisiciones, usualmente más preparadas para adquirir infraestructura física y que hoy deben ser ajustadas para poder contratar servicios regulares de tecnología en la nube.

A nivel local, también se cuenta con un grupo de ciudades que dispone de centros de control del transporte, con soporte tecnológico avanzado y personal de alto nivel para la toma de decisiones en materia de planificación y gestión de tráfico. Con el objetivo de mejorar la capacidad de reacción, las autoridades locales están realizando inversiones en la instalación de dispositivos en la vía pública para la generación de información (por ejemplo, cámaras CCTV, sensores *Wi-Fi* y *Bluetooth*, y extensiones de conteo para medir aforo), en el empleo de algoritmos de IA y en la ampliación de sus infraestructuras tecnológicas mediante el uso de plataformas de almacenamiento y cómputo en la nube.

Respecto a la captación y retención de talento, y a la recalificación del personal interno, algunas agencias avanzadas de la región y de reconocimiento internacional poseen relaciones de **colaboración con universidades** que forman a sus estudiantes según los requerimientos de las labores a realizar en tales agencias. Otras otorgan becas a personal calificado para formación en instituciones extranjeras y nacionales en áreas de interés para la gestión pública. Algunas instituciones han optado por tercerizar funciones, como el análisis de datos para la gestión de la movilidad urbana o la operación de los sistemas de recaudo electrónico. En esta línea, algunos gobiernos están considerando la figura de una entidad que esté a cargo de la recolección, análisis y prescripción de soluciones para la gestión del transporte -como la gestión del tráfico urbano e interurbano- mediante un contrato de concesión a la empresa privada.

⁵⁴ El plan fue elaborado para responder al requerimiento de que todo ente público federal tiene que preparar un plan como ese, para atender al Decreto 10.322/2020, que establece la Estrategia de Gobierno Digital (<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.332-de-28-de-abril-de-2020-254430358>).



6.4 Coordinación horizontal en el gobierno nacional

Promover la transformación digital del transporte requiere de una **estrecha coordinación entre las agencias del sector y con agencias de otros sectores que impactan en la transformación digital**. El **Cuadro 6.4** presenta el conjunto de entes públicos responsables de la elaboración de políticas públicas con impacto en la digitalización del transporte para una selección de países de ALC.

Cuadro 6.4. ► AGENCIAS PÚBLICAS RESPONSABLES DEL DESARROLLO DE PLANES CON IMPACTO EN LA DIGITALIZACIÓN DEL TRANSPORTE (países seleccionados de ALC)

		MOVILIDAD URBANA	LOGÍSTICA (*)	TRANSPORTE AÉREO
ARGENTINA	Autoridad multimodal	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio de Transporte Ministerio de Obras Públicas Comisión Nacional de Regulación del Transporte Junta de Seguridad en el Transporte 		
	Autoridad específica		<ul style="list-style-type: none"> Comisión Nacional de Regulación del Transporte Agencia Nacional de Seguridad Vial Autoridades Portuarias 	<ul style="list-style-type: none"> Administración Nacional de Aviación Civil Organismo Regulador del Sistema Nacional de Aeropuertos Empresa Argentina de Navegación Aérea
	Otras autoridades	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Dirección Nacional de Gobierno Abierto de Argentina Ente Nacional de Comunicaciones Dirección General de Aduanas 		
BRASIL	Autoridad multimodal	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio de Infraestructura Departamento Nacional de Infraestructura de Transportes 		
	Autoridad específica	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio de Desarrollo Regional – Secretaría de Movilidad y Servicios Urbanos 	<ul style="list-style-type: none"> Agencia Nacional de Transportes Terrestres Comisión Nacional de Autoridades de Transportes Terrestres Secretaría Nacional de Puertos y Transportes Acuáticos (SNPTA) Autoridades Portuarias 	<ul style="list-style-type: none"> Agencia Espacial Brasileña Agencia Nacional de Aviación Civil Departamento de Control del Espacio Aéreo



		MOVILIDAD URBANA	LOGÍSTICA (*)	TRANSPORTE AÉREO
BRASIL	Otras autoridades	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Autoridad Nacional de Protección de Datos Agencia Nacional de Telecomunicaciones Consejo Internet de las Cosas Ministerio de Hacienda Federal 		
	Autoridad multimodal	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones Ministerio de Obras Públicas 		
CHILE	Autoridad específica	<ul style="list-style-type: none"> Subsecretaría de Transportes División de Transporte Público Regional Programa de vialidad y Transporte Urbano (SECTRA) Consejo de la Sociedad Civil Sistemas inteligentes de Transporte (SIT) Programa Nacional de Fiscalización 	<ul style="list-style-type: none"> Departamento de Transporte Marítimo, Fluvial y Lacustre Dirección de Vialidad Programa de Desarrollo Logístico Autoridades Portuarias Sistema de empresas públicas (SEP) 	<ul style="list-style-type: none"> Dirección de Aeropuertos dentro del MOP Junta de Aeronáutica Civil Dirección General de Aeronáutica Civil
	Otras autoridades	<ul style="list-style-type: none"> Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) Servicio Nacional de Aduanas 		
	Autoridad multimodal	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio de Transporte Departamento Nacional de Planeación Superintendencia de Transporte 		
COLOMBIA	Autoridad específica	<ul style="list-style-type: none"> Grupo Unidad de Movilidad Urbana Sostenible 	<ul style="list-style-type: none"> Comité de Logística Instituto Nacional de Vías Dirección General Marítima Agencia Nacional de Seguridad Vial 	<ul style="list-style-type: none"> Aeronáutica Civil de Colombia
	Otras autoridades	<ul style="list-style-type: none"> Consejo Nacional de Política Económica y Social Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales 		
	Autoridad multimodal	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio de Transporte Departamento Nacional de Planeación Superintendencia de Transporte 		



		MOVILIDAD URBANA	LOGÍSTICA (*)	TRANSPORTE AÉREO
COSTA RICA	Autoridad multimodal	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio de Obras Públicas y Transportes Tribunal Administrativo de Transportes 		
	Autoridad específica	<ul style="list-style-type: none"> Consejo de Transporte Público 	<ul style="list-style-type: none"> Consejo Nacional de Vialidad Consejo de Seguridad Vial Junta de Administración Portuaria de la Vertiente Atlántica Consejo Portuario Nacional Instituto Costarricense de Puertos del Pacífico 	<ul style="list-style-type: none"> Dirección General De Aviación Civil Consejo Técnico de Aviación Civil
	Otras autoridades	<ul style="list-style-type: none"> Consejo Nacional de Planificación Urbana Ministerio de Ciencia, Innovación, Tecnología y Telecomunicaciones Servicios Nacional de Aduanas 		
JAMAICA	Autoridad multimodal	<ul style="list-style-type: none"> Ministry of Transport and Mining Ministry of Science, Energy & Technology Ministry of Economic Growth and Job Creation (MEGJC) 		
	Autoridad específica	<ul style="list-style-type: none"> Jamaica Urban Transit Company Transport Authority of Jamaica 	<ul style="list-style-type: none"> Port Authority of Jamaica Maritime Authority of Jamaica Caribbean Maritime Institute National Works Agency Island Traffic Authority 	<ul style="list-style-type: none"> Jamaica Civil Aviation Authority Airports Authority of Jamaica
	Otras autoridades	<ul style="list-style-type: none"> National Spatial Data Management Division Jamaica Customs Agency 		
PANAMÁ	Autoridad multimodal	<ul style="list-style-type: none"> Ministerio de Obras Públicas 		
	Autoridad específica		<ul style="list-style-type: none"> Comité Consultivo del Gabinete Logístico Autoridad de Tránsito y Transporte Terrestre Autoridad Marítima de Panamá Autoridad del Canal de Panamá 	<ul style="list-style-type: none"> Autoridad Aeronáutica Civil



		MOVILIDAD URBANA	LOGÍSTICA (*)	TRANSPORTE AÉREO
PANAMÁ	Otras autoridades	<ul style="list-style-type: none"> • Autoridad Nacional para la Innovación Gubernamental • Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación • Autoridad Nacional de Servicios Públicos • Autoridad Nacional de Aduanas 		
REPÚBLICA DOMINICANA	Autoridad multimodal	<ul style="list-style-type: none"> • Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones 		
	Autoridad específica		<ul style="list-style-type: none"> • Instituto Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre • Autoridad Portuaria Dominicana • Autoridad Nacional de Asuntos Marítimos 	<ul style="list-style-type: none"> • Junta de Aviación Civil • Departamento Aeroportuario
	Otras autoridades	<ul style="list-style-type: none"> • Consejo Nacional de Competitividad • Centro Nacional de Ciberseguridad • Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología • Dirección General de Aduanas 		

Fuente: Compilación de autores.

(*) Incluye transporte marítimo, terrestre y última milla.

En la región, los **Ministerios de Transporte** típicamente asumen la responsabilidad de planificación de largo plazo y la implementación de políticas del sector de transporte. Es en este marco donde normalmente se abordan los temas de transformación digital del sector, aunque la misma también puede ser encarada de manera transversal por Ministerios encargados de la gestión tecnológica (ver **Cuadro 6.5**). A nivel subsectorial, existen **agencias nacionales con responsabilidades específicas**, tales como la Agencia Nacional de Transportes Terrestres y la Agencia Nacional de Aviación Civil en Brasil, la Autoridad de Tránsito y Transporte Terrestre y la Autoridad Marítima de Panamá, y la Autoridad Portuaria Dominicana en República Dominicana.

Complementando esta arquitectura institucional, encontramos una multiplicidad de **entes con responsabilidades tecnológicas o de desarrollo económico** cuya actividad incide en la transformación digital del transporte (el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación en Brasil; el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación de Chile; el Ministerio TIC de Colombia, entre otros), y agencias con responsabilidades más limitadas (por ejemplo, la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación en Argentina y la Autoridad Nacional de Protección de Datos en Brasil).

En este contexto de multiplicidad de ministerios y agencias, es necesario establecer una coherencia de políticas públicas mediante mecanismos de coordinación interinstitucional.



El principal problema es que, a diferencia de los países líderes, la coordinación interinstitucional en ALC no siempre está asegurada. Algunos países han comenzado a desplegar mecanismos de coordinación horizontal sobre la base de **consejos nacionales**, tales como el Consejo Nacional de Política Económica y Social en Colombia, el Consejo Nacional de Planificación Urbana en Costa Rica y el Consejo Nacional de Competitividad de República Dominicana. Existen también **comités a nivel subsectorial**, como los de logística, donde puede incluso contarse con la participación de actores privados. Es al interno de estos comités donde, entre muchos otros temas, se dialoga acerca de la transformación digital y las acciones necesarias para avanzar en la misma.

El **Cuadro 6.5** compara el estado relevado en ALC de acuerdo con las buenas prácticas de los países líderes para promover la colaboración interinstitucional, según presentado en el **Capítulo 4**.

Cuadro 6.5. ► ALC EN RELACIÓN CON LAS MEJORES PRÁCTICAS IDENTIFICADAS EN LA FORMACIÓN Y GESTIÓN DE COMITÉS MULTISECTORIALES (países seleccionados)

PRINCIPALES ASPECTOS	MEJORES PRÁCTICAS	SITUACIÓN EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE
Responsabilidad de liderazgo	<ul style="list-style-type: none"> Comités convocados por la autoridad máxima del poder ejecutivo (Presidente o Primer Ministro) 	<ul style="list-style-type: none"> Presencia de algunos comités relacionados con el sector, que son convocados por altas autoridades, por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> La Cámara Brasileña de Industria 4.0 de Brasil está liderada por el Ministerio de Economía y de Ciencia, Tecnología e Innovaciones El Consejo Nacional de Competitividad de la República Dominicana es un órgano mixto del gobierno dominicano, presidido por el Presidente de la República
Propósito del comité	<ul style="list-style-type: none"> Articular claramente su función: <ul style="list-style-type: none"> (i) gestionar acciones conjuntas, o (ii) coordinar acciones realizadas por cada ente público. Para ello, es clave dotarlo del fuero jurídico requerido para cumplir con la misma. 	<ul style="list-style-type: none"> Se releva la presencia de comités con funciones definidas en torno a las buenas prácticas, por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> El Consejo de Transporte Público de Costa Rica posee un ámbito de competencias y atribuciones bien definido, que involucra de manera completa todo el accionar relacionado con la planificación, contratación, seguimiento y evaluación de los servicios de transporte público que se prestan en el país El Comité de Logística y Comercio Exterior de Colombia tiene como objetivo la coordinación interinstitucional, la integración público-privada y la toma de decisiones en logística El Comité Consultivo del Gabinete Logístico de Panamá brinda recomendaciones al grupo de Ministros para la toma de acciones y la creación de leyes que son necesarias para que el flujo logístico se dé de manera expedita, sin obstáculos ni barreras La Comisión Asesora para el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Argentina es responsable de definir y monitorear el cumplimiento del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación La Cámara Brasileña de Industria 4.0 es responsable de formular y poner en marcha iniciativas destinadas a la adopción de las tecnologías 4.0 por parte de la industria El Consejo Nacional de Competitividad de la República Dominicana es la entidad nacional que desarrolla el Plan Nacional de Logística



PRINCIPALES ASPECTOS	MEJORES PRÁCTICAS	SITUACIÓN EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE
Composición del comité	<ul style="list-style-type: none"> • Si tiene una función ejecutiva, debe estar liderado por un delegado del poder ejecutivo y estar compuesto por autoridades de primera línea dentro del gabinete y agencias nacionales • Si la función es de coordinación interinstitucional, los miembros del mismo incluyen a representantes de organizaciones locales 	<ul style="list-style-type: none"> • Presencia de autoridades a nivel nacional y participación privada. Ejemplos: <ul style="list-style-type: none"> - El Comité de Logística y Comercio Exterior de Colombia cuenta con representación de la Presidencia, Ministerios de Comercio, Transporte, Energía, Agricultura y del Departamento Nacional de Planeación, al igual que una serie de actores privados - El Comité Consultivo del Gabinete Logístico de Panamá está formado por cuatro representantes del Consejo empresarial logístico y tres del gobierno - La Comisión Asesora para el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Argentina tiene participación privada - El Consejo Nacional de Competitividad de la República Dominicana cuenta con 40 miembros representantes del sector público y privado • Menor representación de la academia y organizaciones locales
Frecuencia de reuniones	<ul style="list-style-type: none"> • La frecuencia varía de acuerdo con la función y composición del comité • Aún en casos donde el comité no se reúna frecuentemente, es necesario que exista un grupo técnico de apoyo, encargado de avanzar la agenda definida, monitorear el cumplimiento de objetivos y realizar recomendaciones para la toma de decisiones por parte del comité 	<ul style="list-style-type: none"> • La situación en ALC es heterogénea en cuanto a frecuencia y presencia de grupos técnicos de apoyo. En general, se releva una menor mención a la frecuencia en la que deben realizarse las reuniones respecto a los casos de países avanzados.
Participación del sector privado	<ul style="list-style-type: none"> • Participación formal permanente del sector privado 	<ul style="list-style-type: none"> • Se evidencia la participación privada en una gran cantidad de comités, por ejemplo: <ul style="list-style-type: none"> - El Comité de Logística y Comercio Exterior de Colombia cuenta con representación de varios actores del sector privado (Consejo Privado de Competitividad, la Cámara Colombiana de Infraestructura, la ANDI, el Consejo Gremial Nacional) - El Comité Consultivo del Gabinete Logístico de Panamá está formado por cuatro representantes del Consejo empresarial logístico (sector privado) - El Consejo Nacional de Competitividad de la República Dominicana tiene nueve representantes del sector privado designados por la Presidencia



PRINCIPALES ASPECTOS	MEJORES PRÁCTICAS	SITUACIÓN EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE
Medición de resultados	<ul style="list-style-type: none"> Medir los resultados para garantizar el seguimiento de las decisiones o medidas tomadas 	<ul style="list-style-type: none"> En general, no está arraigada la práctica de contar con mecanismos para la medición de resultados y avance, lo que está relacionado con la menor presencia de grupos técnicos de apoyo a los comités
Formación del comité con plazos de terminación	<ul style="list-style-type: none"> Plantear formación en un marco determinado de tiempo y con una problemática concreta a resolver 	<ul style="list-style-type: none"> No se identifican plazos de terminación de funciones entre los comités estudiados
Participación del sector académico	<ul style="list-style-type: none"> Participación de expertos académicos representa una buena aproximación a la adquisición de talento técnico 	<ul style="list-style-type: none"> En general, existe una menor presencia del sector académico en los comités, comparado con las buenas prácticas. Algunos ejemplos positivos son el Comité de Logística y Comercio Exterior de Colombia y la Cámara Brasileña de Industria 4.0, que cuentan con representación académica

Fuente: Autores.



6.5 Coordinación vertical entre el gobierno central y las autoridades regionales y locales

Como señalado en el **Capítulo 4**, los países líderes están empleando diferentes prácticas para asegurar la coordinación de políticas públicas entre los gobiernos centrales y locales. Entre ellas, se destacan cuatro: (i) creación de una instancia en el gobierno central con el propósito de mediar entre diferentes autoridades locales e impulsar la creación de mecanismos de gobernanza eficientes; (ii) desarrollo de una legislación marco o líneas directrices, que oriente a los gobiernos locales en la elaboración de políticas o regulaciones específicas; (iii) fortalecimiento de las competencias de las autoridades locales; y (iv) capacitación de autoridades locales en los temas relacionados con las nuevas tecnologías.

Los entrevistados coinciden en que este tipo de colaboración es muy limitado en la región. Con respecto a las instancias centrales para favorecer la colaboración a nivel territorial, existen ejemplos como el del Consejo de Transporte Público de Costa Rica, que está encargado de coordinar la aplicación correcta de las políticas de transporte público, su planeamiento, la revisión técnica, el otorgamiento y la administración de las concesiones, así como la regulación de permisos. El Consejo establece y recomienda normas, procedimientos y acciones que puedan mejorar las políticas



y directrices en materia de transporte público, planeamiento, revisión técnica, administración y otorgamiento de concesiones y permisos. Por su parte, algunos países han desarrollado normativas marco para tecnologías digitales aplicadas al sector, brindando así una guía para las autoridades locales. Este es el caso de la normativa que regula las TNC en Chile. Otros países están buscando mejorar la interacción nación-municipio en torno a proyectos específicos, como la compartición de información sobre arribo y salida de buques, para gestionar el tráfico urbano. En todo caso, es en la **colaboración vertical donde menos nivel de avance presenta la región** al compararla con el gran número de iniciativas desarrolladas por los países líderes en la materia.



6.6 Colaboración activa entre los sectores público y privado

En los países líderes, la colaboración activa público-privada se manifiesta a tres niveles: (i) coordinación institucional; (ii) coordinación para el desarrollo tecnológico; y (iii) consultas con el sector privado en el marco del desarrollo de planes estratégicos para el sector.

En párrafos anteriores se mencionó que varios de los **comités presentes en los países de ALC incluyen la participación del sector privado**. Esto está permitiendo avanzar sobre el tercer nivel de involucramiento de las empresas relacionadas con el transporte: a través de los comités puede canalizarse más fácilmente la inclusión del sector privado en la elaboración de los planes nacionales de transporte. El análisis de la experiencia de ALC indica una tendencia a la planificación participativa, aunque, a diferencia de los países líderes, su intervención suele limitarse a etapas de consulta previa a la elaboración de políticas o a etapas *ex post*, para la divulgación de las mismas. Queda **avanzar aún en una mayor participación del sector privado durante la elaboración de políticas**.

Respecto a la coordinación para el desarrollo tecnológico, existen en la región experiencias de **pilotos para el testeo de nuevas tecnologías**, como los de vehículos autónomos en Chile y Brasil, y los de movilidad urbana aérea en Ciudad de México, Río de Janeiro y San Pablo. Cabe señalar, sin embargo, que estos casos son puntuales, más que estar enmarcados en programas de desarrollo tecnológico para el transporte como son los centros de testeo utilizados por los países líderes. Los mecanismos de **compras públicas** también están incentivando la colaboración. Este es el caso, por ejemplo, de la implementación de sistemas de detección biométrica en el transporte aéreo de pasajeros, o de Sistemas de Comunidades Portuarias en transporte marítimo.



Un área particular de colaboración en programas de transformación digital es el **desarrollo de observatorios** que concentran datos útiles para la planificación y gestión de la transformación digital. Por ejemplo, el Observatorio de la Economía Digital de Colombia ha sido desarrollado con financiamiento conjunto de la Cámara de Comercio de Bogotá y el Ministerio TIC de ese país, con el objetivo de generar información y análisis sobre el estado de la transformación digital en el conjunto de sectores productivos del país. El *Data Observatory* de Chile es una colaboración tripartita, entre sectores público, privado y académico, liderada por el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación y el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, y creada junto con Amazon Web Services (AWS) y la Universidad Adolfo Ibáñez (UAI). Este observatorio ha sido concebido con la misión de adquirir, almacenar, procesar, analizar y distribuir información para contribuir al desarrollo de conocimiento en ámbitos como la astronomía, el cambio climático, la actividad sísmica, la disponibilidad de recursos hídricos y otras actividades o fuentes relevantes para el país. Aunque sus funciones no hayan sido dirigidas al sector transporte, sí provee datos útiles para el sector. El modelo de colaboración para el lanzamiento de observatorios también es aplicado en el campo de la logística, con el propósito de proporcionar a empresas y entes gubernamentales información actualizada sobre costos logísticos y asimilación tecnológica.

Otra área de colaboración está relacionada con la **promoción de habilidades digitales** que, si bien no están focalizadas específicamente en el transporte, como es el caso de los países líderes, sí pueden beneficiar al sector de manera indirecta. Por ejemplo, para generar habilidades en *big data* y otras tecnologías de análisis de datos, el Ministerio TIC colombiano ha apoyado el desarrollo de centros de excelencia, en alianza con empresas de los sectores financiero, tecnológico y agroindustrial, y con universidades del país. De la misma manera, mediante un acuerdo entre el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y el Comité Gestor de Internet en Brasil, se crearon seis Centros de Investigación Aplicada en Inteligencia Artificial, que trabajan con el sector privado para identificar los desafíos de investigación y con universidades para dar respuesta a los mismos.

Como en el caso de la coordinación vertical, si bien la región presenta ejemplos de progreso en la generación de alianzas entre los sectores público y privado, las conclusiones de las entrevistas y los grupos focales realizados para este estudio evidencian que existe una **importante brecha respecto a la experiencia de los países líderes**. En la región, la colaboración es menos profunda, sistemática y estratégica y, en cambio, suele orientarse más a encuentros, mesas de diálogo, o algún proyecto puntual. Aun así, es promisorio notar que los representantes de ambos sectores sugieren que es en este tema donde más espacio hay para avanzar en ALC y que de ello dependerá la velocidad con que la región obtenga los beneficios y mitigue los riesgos de la transformación en el sector.



6.7 Síntesis de la participación del sector público de ALC en la transformación digital del transporte

A modo de síntesis, respecto al escaso avance relevado por el BID en 2019, el sector público de ALC hoy **ha tomado conciencia de la importancia de avanzar en la transformación digital** del transporte. Es muy positivo ver el liderazgo que las altas autoridades sectoriales han asumido en algunos países, lo cual repercute en los aspectos normativos y de políticas públicas.

Sin embargo, la **situación no es homogénea en la región**. Así, en consonancia con la perspectiva de representantes de gobierno y empresas de la región, puede afirmarse que **la política pública se encuentra en un estado muy incipiente respecto al rol activo que debería tener** en materia de: (i) catalización del cambio; (ii) facilitación de la innovación; (iii) desarrollo de habilidades; (iv) regulación; (v) establecimiento de estándares; (vi) provisión de incentivos fiscales y financieros; (vii) estímulo como cliente inteligente; y (viii) provisión de plataformas. En este contexto, en el siguiente capítulo presentamos recomendaciones de política para que los gobiernos de ALC tengan un rol más preponderante en la transformación digital del transporte, sobre la base de las buenas prácticas internacionales y el avance de la colaboración con los sectores privado, académico y la sociedad civil.



7

Acelerando la transformación digital del transporte en América Latina y el Caribe

- 7.1. INCLUIR A LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DENTRO DE LA VISIÓN ESTRATÉGICA DEL SECTOR Y DEFINIR HOJAS DE RUTA CORRESPONDIENTES
- 7.2. DIVERSIFICAR LOS INSTRUMENTOS DE POLÍTICA PÚBLICA PARA PROMOVER LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL
- 7.3. CONSTRUIR INSTITUCIONES 4.0 Y ALIANZAS INTERSECTORIALES PARA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL TRANSPORTE
- 7.4. DESARROLLAR EL MARCO HABILITADOR
- 7.5. ESTABLECER ALIANZAS ESTRATÉGICAS CON EL SECTOR PRIVADO Y LA ACADEMIA



Acelerando la transformación digital del transporte en América Latina y el Caribe

Como evidenciado en el capítulo anterior, la política pública se encuentra en un estado muy incipiente respecto al rol activo que posee en los países líderes en materia de transformación digital del transporte. Dada la importancia del transporte para alcanzar objetivos de recuperación económica post-pandemia, lucha contra el cambio climático y promoción de la inclusión social (ver **Capítulo 1**), es clave adoptar medidas para que el sector público de ALC pueda cumplir con la tarea de: (i) catalizar el cambio; (ii) facilitar la innovación; (iii) desarrollar habilidades; (iv) regular; (v) establecer estándares; (vi) proveer incentivos fiscales y financieros; (vii) ser un cliente inteligente; y (viii) proveer plataformas para la transformación (ver **Capítulo 4**). A continuación, presentamos un conjunto de **recomendaciones de política** a tal efecto, basadas en las buenas prácticas de los países líderes y en las lecciones aprendidas en la región. Si bien los países de ALC no se encuentran hoy en los centros de innovación mundial en el sector, el objetivo es que puedan contar con una **arquitectura institucional y de políticas** que les permita crear las condiciones para la adopción temprana y el *leapfrogging* en materia de tecnologías aplicadas al transporte, para poder materializar los beneficios de la transformación digital. Estas recomendaciones se agrupan en cinco categorías:

Figura 7.1. ► CATEGORÍAS DE RECOMENDACIONES



El mensaje principal es que se necesita avanzar en todos estos ámbitos para dar un *big push* a la transformación digital del transporte en ALC. En este sentido, los gobiernos deben:

- (i) **Desarrollar una visión estratégica** para el sector transporte y sus subsectores
- (ii) **Buscar ganancias tempranas** a través de instrumentos de política y la asociación con otras agencias del gobierno, el sector privado y la academia
- (iii) **Avanzar en el establecimiento del marco** normativo e institucional y del marco habilitador que permita materializar la transformación digital del sector
- (iv) **Generar flexibilidad** para acomodar cambios en un contexto de incertidumbre y modernización continua, preservando los principios de seguridad y bien común.



7.1 Incluir a la transformación digital dentro de la visión estratégica del sector y definir hojas de ruta correspondientes

Esto requiere introducir cambios en los **instrumentos de planificación**, para identificar a la transformación digital como una de las prioridades para el desarrollo del sector, incluyendo las siguientes acciones:

Cuadro 7.1. ► RECOMENDACIONES EN LA PLANIFICACIÓN DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL TRANSPORTE.

PLANES CON IMPACTO EN EL TRANSPORTE	RECOMENDACIONES
Planes Nacionales de Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Incluir a la transformación digital como elemento central en los planes de desarrollo del sector, reconociendo la importancia para el futuro desarrollo del transporte y de todos sus modos y estableciendo cómo contribuye a alcanzar los objetivos del sector en cuanto a eficiencia, competitividad, sostenibilidad e inclusión. Referir a la visión más avanzada de la transformación digital, relativa a una verdadera discontinuidad tecnológica, para lograr los objetivos del sector. El plan debe sentar la visión sobre la cual generar posteriormente planes e instrumentos específicos, según se presenta a continuación. • Elaborar documentos prospectivos y estudios técnicos sobre el impacto de las nuevas tecnologías en el sector (IoT, digitalización, IA, computación en el borde, 5G, automatización y electrificación), que identifiquen escenarios, oportunidades, barreras y líneas de acción para la política pública, sirviendo como insumo para los planes sectoriales. • Realizar un proceso de consultas previo, durante y posterior a la elaboración del plan, que incluya al sector privado, la sociedad civil, la academia y otras agencias públicas que tienen mandato sobre aspectos relacionados con la transformación digital. Esto puede incluir conformación de mesas <i>ad hoc</i> alrededor de temas específicos, llamado a la presentación de propuestas ciudadanas, <i>focus groups</i> y encuestas. Considerar conformar un comité asesor de alto nivel para la elaboración del plan, con participación de expertos nacionales e internacionales en la materia. • Promover cambios normativos que faciliten el financiamiento y la sostenibilidad del plan⁵⁵.

⁵⁵ Un buen ejemplo de ello es la Ley de infraestructura de Estados Unidos: <https://www.whitehouse.gov/bipartisan-infrastructure-law/>



PLANES CON IMPACTO EN EL TRANSPORTE	RECOMENDACIONES
Planes para subsectores del transporte (movilidad urbana, logística y transporte aéreo)	<ul style="list-style-type: none"> • Introducir el marco de transformación digital en los planes subsectoriales y desarrollar estrategias específicas de transformación digital para los subsectores, identificando oportunidades, desafíos y hoja de ruta con acciones concretas para los sectores público y privado. Para ello, es clave llevar a cabo el proceso amplio de consultas mencionado en el punto anterior. • Las estrategias deben definir el rol de las agencias de gobierno en la implementación de la hoja de ruta, establecer mecanismos de coordinación entre ellas y con actores externos, identificar metas y mecanismos de monitoreo de avance y definir fuentes de recursos para la implementación. • Elaborar planes para el desarrollo e implementación de tecnologías específicas en el sector, con la participación privada y de la academia, y de acuerdo con los objetivos establecidos en los Planes Nacionales y subsectoriales. Por ejemplo, con la participación privada y de la academia, promover la inteligencia artificial, el uso de nube y la computación en el borde, generando estrategias con objetivos claros, metas temporales, compromisos de los actores, hoja de ruta y mecanismos de coordinación y monitoreo. • Desarrollar planes de acción en materia de ciberseguridad, contando con la participación de las agencias de gobierno involucradas en este ámbito y el sector privado, y definiendo las acciones a realizar por cada actor y el mecanismo de coordinación (ver sección 7.4). Fomentar la coordinación interregional e internacional de estas actividades. • Utilizar los mecanismos de cooperación internacional para acceder a experiencias de países líderes y de pares de la región respecto a buenas prácticas y lecciones aprendidas en el diseño e implementación de planes nacionales, subsectoriales y de tecnologías específicas.
Planes transversales, con impacto en el transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Promover la inclusión del transporte como sector prioritario en las Agendas Digitales nacionales, las estrategias nacionales de digitalización, las estrategias nacionales de datos, las estrategias de <i>Smart Cities</i> y los planes de desarrollo de clústeres tecnológicos o industriales, lo que requiere coordinar con las agencias públicas correspondientes, demostrando el valor social de promover la transformación digital del transporte. La contribución del transporte a los objetivos de sostenibilidad ambiental, competitividad económica y de mayor inclusión social es clave en este sentido. • Incorporar al transporte como elemento crítico de la seguridad en las estrategias nacionales de ciberseguridad y formular recomendaciones específicas para el sector, que pueden ser detalladas en los planes de acción sectoriales mencionados arriba (ver sección 7.4). Buscar la inclusión en los Comités de Ciberseguridad presentes a nivel nacional.

Fuente: Autores.



7.2 Diversificar los instrumentos de política pública para promover la transformación digital

Cumplir con un rol activo en las áreas anteriormente mencionadas, implica que las autoridades sectoriales deben poder disponer de una **variedad de instrumentos** para mitigar riesgos en el contexto de incertidumbre y cambio tecnológico constante, superar barreras a la transformación digital, contribuir a resolver fallos de coordinación en el ecosistema de transporte y construir las habilidades laborales requeridas para liderar e implementar la transformación continua. El hecho de que la región sea un adoptante tardío en el ciclo de transformación digital le permite aprender y escoger las experiencias internacionales que más se ajusten a su realidad, incluyendo:

**Cuadro 7.2. ► RECOMENDACIONES EN EL USO DE INSTRUMENTOS
PARA LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DEL TRANSPORTE**

DESAFÍOS DE POLÍTICA	RECOMENDACIONES
Incertidumbre en la definición de políticas adecuadas	<ul style="list-style-type: none"> • Enfatizar la elaboración de estudios prospectivos y el desarrollo de escenarios para el sector y sus modos, con aportes del sector privado, la academia y la sociedad civil, como insumo para los instrumentos de planificación mencionados arriba, identificando oportunidades y desafíos, y proponiendo áreas de focalización. Impulsar la transparencia en el proceso de definición de normativas mediante la publicación de estos estudios. • Realizar estudios para entender el comportamiento y la aceptabilidad de la sociedad sobre adopción y uso de tecnologías y plataformas digitales, apalancando los conocimientos de la academia y las organizaciones de la sociedad civil, como insumo para los instrumentos de planificación y regulación. • Para ello, buscar que se destinen recursos específicos para I+D en el presupuesto de la agencia y apalancar recursos de otras agencias públicas y de cooperación internacional, reforzando la coordinación con tales actores y demostrando el valor social de promover la transformación digital del transporte. • Cooperar con otras agencias para educar al ciudadano frente a los beneficios que trae la aplicación responsable de múltiples tecnologías para la captura de información y analítica como son las cámaras IP, los sensores de movimiento, los mecanismos de identificación de ubicación, entre otros.



DESAFÍOS DE POLÍTICA	RECOMENDACIONES
Incertidumbre en la definición de políticas adecuadas	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar las oportunidades y objetivos de la realización de sandboxes regulatorios, bancos de prueba y pruebas de concepto, por ejemplo, para promover el desarrollo de tecnologías, atraer inversiones, generar concientización, etc. • Avanzar en el desarrollo de sandboxes regulatorios y bancos de prueba, fortaleciendo a las autoridades competentes en el uso de este instrumento mediante formación, guías de implementación y asesoramiento legal y técnico especializado (véase un ejemplo para AV en Rodríguez et al., 2021). • Promover el intercambio de experiencias con otras agencias públicas que hayan implementado este instrumento (por ejemplo, muy utilizado en finanzas) y con otros países mediante la cooperación internacional, aprovechando los avances realizados en países líderes y pares de la región y los aprendizajes obtenidos de sus experiencias. • Fortalecer la colaboración con el sector privado para identificar oportunidades de utilización de este instrumento y promover desarrollos tecnológicos, definiendo las líneas de acción para cada parte. • Buscar que se destinen recursos específicos para I+D en el presupuesto de la agencia y apalancar recursos de otras agencias públicas y de cooperación internacional. • Involucrar a la academia para realizar estudios sobre el impacto de las tecnologías y a la sociedad civil para conocer su perspectiva y generar concientización. • Comunicar y publicar los resultados obtenidos, para aumentar conocimiento y transparencia.
	<ul style="list-style-type: none"> • Participar en los programas y actividades de cooperación internacional (OMA, OACI, UNCEFACT, IATA, ISO, IEEE, ETSI) y de organismos internacionales para acceder a experiencias y buenas prácticas, así como contribuir a la definición de estándares internacionales.
	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer principios y directrices para guiar la generación de políticas públicas en el contexto de incertidumbre y avance tecnológico, preservando flexibilidad y neutralidad tecnológica. Esto debe ser realizado a nivel sectorial y subsectorial y debe estar presente en los correspondientes documentos estratégicos. • Actualizar la regulación sectorial para acomodar el cambio tecnológico, velando por el cumplimiento de los principios establecidos. Para ello, promover el desarrollo de marcos regulatorios basados en el desempeño, que garanticen el cumplimiento de principios y niveles de mínimos de seguridad, inclusión, sostenibilidad, etc., y que, de esta manera, den flexibilidad sobre el tipo de tecnología a adoptar. Un ejemplo en este sentido es la adopción de estándares para vehículos autónomos, en materia de niveles de autonomía (ADAS⁵⁶) y seguridad (RSS). La actualización normativa del sector es clave para habilitar la conformación de alianzas público-privadas, tal como en el caso de intercambio de datos.

⁵⁶ https://ec.europa.eu/growth/sectors/automotive-industry/safety-automotive-sector_en



DESAFÍOS DE POLÍTICA	RECOMENDACIONES
<p>Barreras a la transformación digital</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Extender el enfoque de centros tecnológicos de Industria 4.0 a la transformación digital del transporte, sumando a empresas líderes del sector, ecosistema emprendedor y PyME. Estos centros pueden ser utilizados como espacio geográfico de los sandboxes regulatorios y bancos de prueba. Pueden abarcar varias tecnologías o focalizarse en algunas de ellas (por ej., AV, IA, IoT). • Adaptar las experiencias de la promoción de la Industria 4.0 al sector transporte, por ejemplo en la elaboración de autodiagnósticos de madurez digital para PyME, manuales, catálogos de tecnologías y hojas de ruta según dicho nivel, así como en la realización de campañas de difusión de conocimiento para las PyME sobre los beneficios de la transformación digital y sus herramientas (para mayor información, ver Calatayud & Katz (2019). La coordinación con las asociaciones sectoriales y subsectoriales es importante, para poder llegar a un mayor número de empresas. • Incentivar la realización de pilotos con nuevas tecnologías digitales (IoT, digitalización, IA, computación en el borde, 5G, automatización y electrificación), promoviendo la participación de las PyME y del ecosistema emprendedor, mediante asistencia técnica y financiera, y alianzas con empresas y centros de tecnología. • Crear redes de socialización de experiencias donde personal de las PyME más avanzadas en la transformación puedan compartir la experiencia con sus pares. • Utilizar los centros de tecnología 4.0 para vincular a las PyME con proveedores de <i>hardware</i>, servicios tecnológicos y <i>software</i> para favorecer la capacitación y el desarrollo de casos de uso. • Asociar a estos centros a empresas líderes del sector en materia de transformación digital, para apalancar los efectos de demostración y de derrame que poseen estas empresas. • Promover el intercambio de experiencias con otros países mediante la cooperación internacional. <ul style="list-style-type: none"> • Proveer incentivos fiscales y financieros para la reconversión tecnológica del sector, siguiendo principios de eficiencia y sostenibilidad. Esto puede comprender la expansión a las empresas del sector transporte de los programas con los que ya cuenta el gobierno y que están dedicados a la industria, así como el diseño de programas específicos para el transporte, como los dedicados a la renovación de flotas de autobuses y camiones hacia fuentes limpias de energía, que incluyen nuevas tecnologías.



DESAFÍOS DE POLÍTICA	RECOMENDACIONES
Barreras a la transformación digital	<ul style="list-style-type: none"> • Extender la incorporación de requisitos tecnológicos (por ejemplo, casos de uso de digitalización) en las condiciones de compras públicas (ver sección 7.4). • Utilizar el proceso de compras públicas para estimular la adopción de tecnologías tanto en las fases de construcción de infraestructura como en la operación de la misma y de los servicios de transporte, por parte de los adjudicatarios de los proyectos.
Fallos de coordinación entre actores del ecosistema del transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer obligaciones regulatorias y contractuales para la compartición de datos, sobre la base del principio de no data, no service, resguardando al mismo tiempo la privacidad de las personas y la seguridad de los datos (ver Cuadro 7.3). Para los servicios ya en operación, establecer un período de transición para adecuarse a las nuevas regulaciones. En el proceso de diseño, transición e implementación, establecer mecanismos de consulta con los interesados, para alinear acciones y facilitar el cumplimiento de los objetivos de la regulación. • Fortalecer la transparencia del sector mediante la creación de portales de datos abiertos y observatorios, siempre velando por proteger la privacidad de las personas y la seguridad de los datos. • Al respecto, trabajar con el sector privado para la apertura de modelos y de datos que permita avanzar en la estandarización, así como con las agencias de gobierno correspondientes para establecer mecanismos de protección de la privacidad (por ejemplo, mediante la adopción de nuevos modelos como el <i>confidential computing</i>) y de seguridad de los datos, a fin de reducir los obstáculos para el intercambio de información entre agencias y con el sector privado. • Formalizar programas enfocados en el desarrollo y adopción de estándares y normas para la captura, gestión e intercambio de datos, incluyendo la consideración de buenas prácticas y lecciones aprendidas de países líderes, accesibles a través de la cooperación internacional. • Promover la adopción de estándares abiertos, transparentando modelos y datos para la estandarización, mitigando los riesgos de <i>vendor lock-in</i> y de exclusión de los actores más pequeños, y disminuyendo costos de adopción de tecnología mediante la integración de ecosistemas amplios de proveedores de soluciones.



DESAFÍOS DE POLÍTICA	RECOMENDACIONES
Falta de talento y de conocimiento sobre la transformación digital del sector	<ul style="list-style-type: none"> Identificar las necesidades de habilidades relacionadas con la transformación digital del transporte y la brecha actual (ver sección 7.4) Promover programas en línea para una mayor llegada y centros de formación sobre tecnologías 4.0 enfocados en la digitalización del transporte, para lo cual coordinar con las agencias públicas de educación y formación profesional, así como con la academia, centros educativos y sector privado. Estos programas pueden ser de diferentes niveles educativos, desde el primario para estimular el interés en el sector, pasando por el terciario para capacitar a la futura fuerza laboral en las habilidades requeridas por el sector y hasta el nivel profesional, para la reeducación de la fuerza laboral actual. Colaborar con las asociaciones sectoriales en el diseño e implementación de programas para la reeducación de la fuerza laboral, para incentivar la participación de los actores del sector. Incluir a las empresas y agencias del sector en la definición de habilidades y programas, y diseñar programas de pasantías para estudiantes, y programas de capacitación para empleados.
	<ul style="list-style-type: none"> Fortalecer la comunicación con la sociedad civil mediante campañas para sensibilizar sobre las nuevas tecnologías y los impactos en el sector, e informar sobre los programas de digitalización del transporte que serán o están siendo implementados.
	<ul style="list-style-type: none"> Participación de altos responsables gubernamentales en eventos dedicados al sector o de corte tecnológico, como medio de comunicación indirecta por parte de gobiernos, para evidenciar a la transformación digital como una prioridad estratégica de política pública e identificar actores pujantes en los ecosistemas de innovación.

Fuente: Autores.



7.3 Construir instituciones 4.0 y alianzas intersectoriales para la transformación digital del transporte

El *big push* de la transformación digital del transporte necesita un **cambio cultural y de capacidades en las instituciones públicas, y alianzas** con las instituciones nacionales, regionales y locales que tienen jurisdicción por fuera de las competencias sectoriales o nacionales:



Cuadro 7.3. ► RECOMENDACIONES PARA FORTALECER LA CAPACIDAD INSTITUCIONAL Y LA COORDINACIÓN INTERSECTORIAL.

ASPECTOS INSTITUCIONALES	RECOMENDACIONES
<p>Capacidad de las instituciones públicas con responsabilidad en el sector de transporte</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Asegurar que las agencias públicas cuenten con una unidad a cargo de la adquisición y gestión de la información, así como del diseño e implementación de medidas relacionadas con las TIC, bajo la figura de un Chief Information Officer o similar. La existencia de estrategias nacionales de datos refuerza la necesidad de contar con estas capacidades al interno de las agencias públicas. • En el marco de diagnósticos de capacidad institucional, dotar a estas unidades de recursos humanos con perfiles adecuados a los requerimientos de las nuevas tecnologías y de presupuesto para implementar una estrategia de transformación digital al interior de la agencia. • Elaborar estrategias de transformación digital para la agencia, con objetivos claros y metas temporales, definición de tareas y asignación de responsabilidades, diseño de mecanismos de monitoreo y de coordinación interna y con otros actores dentro y fuera del gobierno, definición de modelos de gobernanza y gestión de riesgos, y asignación de recursos de personal y financieros para la implementación. • En las estrategias, el objetivo no debe ser la transformación digital en sí, sino que debe ser considerada como un instrumento para mejorar los servicios de la agencia y el desempeño del sector en general. En este sentido, puede requerirse primero la reingeniería de procesos y luego la digitalización. • Dentro de la estrategia, establecer necesidades y acciones para modernizar la infraestructura y arquitectura de información de las agencias del sector, el mecanismo de gobernanza de los datos y el plan de gestión de riesgos, por ejemplo, en materia de ciberseguridad. • Promover la creación de plataformas que aglutinen y transparenten datos a nivel de subsector (por ejemplo, las relacionadas con la movilidad urbana), así como plataformas que integren procesos y permitan la coordinación de los mismos (por ejemplo, PCS). Para ello, establecer el mecanismo de gobernanza de datos y crear alianzas con los actores relevantes, tanto públicos como privados, a fin de obtener datos confiables y de manera periódica y estandarizada. Estas plataformas pueden apalancar soluciones ya existentes del sector privado, lo que requiere asegurar estándares abiertos y evitar <i>lock-in</i> de proveedores.



ASPECTOS INSTITUCIONALES	RECOMENDACIONES
<p>Capacidad de las instituciones públicas con responsabilidad en el sector de transporte</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Promover la realización de pilotos para el testeo de nuevas tecnologías en la gestión de la infraestructura y servicios de transporte y en los procesos relacionados. En este contexto, buscar alianzas con el sector privado y la academia, para el acceso a las tecnologías y la evaluación de los beneficios y desafíos de las mismas. • Adecuar las políticas de adquisiciones, usualmente más preparadas para adquirir infraestructura física, para poder contratar servicios regulares de tecnología en la nube, que permitan reforzar la capacidad de recolección y análisis de datos y la adopción de soluciones que requieren gran capacidad de almacenamiento y cómputo, como lo es el análisis predictivo basado en IA. • Desarrollar un plan de ciberseguridad para la agencia, en colaboración con los entes responsables de la ciberseguridad a nivel nacional, que identifique puntos de riesgo, mecanismos de monitoreo y respuesta y hoja de ruta para la implementación. Diseñar programas de capacitación para sector público y privado de transporte. • Fortalecer estas capacidades a nivel subsectorial, regional y local, siguiendo buenas prácticas internacionales como las señaladas en el Capítulo 4, por ejemplo, en cuanto a la generación de guías prácticas, como <i>CDO Playbook</i> y <i>Chief Information Officers Council Handbook</i>, donde se explican las responsabilidades, oportunidades y marco legal de acción de estos funcionarios y de sus unidades. • Conformar mecanismos de coordinación entre los CIO de las agencias públicas relacionadas con el transporte, involucrando a los niveles subsectoriales y subnacionales, e invitar a los representantes del sector privado a participar en los mismos, para identificar oportunidades, desafíos y líneas de acción conjunta, por ejemplo, en materia de interoperabilidad, ciberseguridad, gobernanza. • Promover la formación continua de los oficiales públicos, a través de participación en seminarios y programas ofrecidos por otras instituciones públicas, organismos internacionales, universidades, centros de entrenamiento, etc., también como forma de retener talento. Como parte de esto, promover la creación de un centro o programa de formación de funcionarios públicos acerca de las tecnologías y tendencias en la transformación digital del transporte, sus implicaciones para la normativa y las instituciones del sector, el intercambio de experiencias internacionales y nacionales, y el avance en la implementación de las hojas de ruta sectoriales y subsectoriales.



ASPECTOS INSTITUCIONALES	RECOMENDACIONES
<p>Coordinación horizontal entre agencias de gobierno</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Donde existan, extender las competencias de los comités intersectoriales de transporte -o relacionados- a la temática de la transformación digital. Si no existieran, crear comités intersectoriales a nivel modal o subsectorial (ej. aéreo, marítimo, logístico, etc.), que estén liderados por la máxima autoridad del poder ejecutivo en el subsector y que incluyan entre sus competencias a la transformación digitalización. • Promover la participación de autoridades de primera línea dentro del gabinete y agencias nacionales, así como representantes de entes subnacionales, del sector privado y académico. • Implementar las ocho buenas prácticas señaladas en el Capítulo 4 acerca del funcionamiento de los comités, incluyendo objetivos claros, determinación de plazos, reuniones frecuentes, existencia de un grupo técnico de apoyo y monitoreo de resultados y cumplimiento de recomendaciones. • Establecer grupos de trabajo ad hoc para aspectos específicos cuando se identifican temáticas de jurisdicción o experticia de otra agencia (por ejemplo, para el diseño normativo o la realización de pilotos y <i>sandboxes</i> regulatorios, la asignación de espectro para la conducción conectada y autónoma, o la regulación de plataformas de movilidad), por un tiempo determinado y con objetivos definidos. • Buscar la inclusión en comités relacionados con protección de datos, ciberseguridad, estándares, infraestructura y plataformas digitales, espectro, relaciones laborales y otras temáticas que usualmente se encuentran fuera de las prerrogativas del sector, pero que tienen gran impacto en el progreso en la transformación digital del mismo.
<p>Coordinación entre gobiernos nacionales y locales</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Promover la generación de programas de ciudades inteligentes o similares a instancias del gobierno central, y la inclusión en iniciativas de clústeres tecnológicos y productivos, lo que implica reforzar la colaboración con las agencias públicas a cargo de estas áreas y la búsqueda de la priorización del transporte entre los objetivos de tales programas. • Promover la creación de áreas geográficas destinadas a la investigación y la validación de nuevas tecnologías (ver Cuadro 7.4), con la participación del sector privado e incorporando a los gobiernos locales en la gestión de estos programas. • Facilitar, a través de programas nacionales, la modernización de la gestión del transporte por parte de las autoridades locales, especialmente en las ciudades intermedias y de menor tamaño, incluyendo asesoramiento técnico para la transformación digital, modernización de equipamiento, actualización de funciones y competencias de las autoridades locales y diseño de sistemas de gobernanza de datos, entre otros.



ASPECTOS INSTITUCIONALES	RECOMENDACIONES
Coordinación entre gobiernos nacionales y locales	<ul style="list-style-type: none"> Fortalecer las competencias de las autoridades locales mediante la formación continua de los oficiales públicos, por ejemplo, a través de la participación en seminarios y programas ofrecidos por otras instituciones públicas, organismos internacionales, universidades, centros de entrenamiento.
	<ul style="list-style-type: none"> Evaluar la creación de instancias aglutinadoras, como las autoridades metropolitanas de transportes, las comunidades portuarias y otros comités interterritoriales, con el propósito de coordinar las iniciativas de las diferentes autoridades e impulsar la creación de mecanismos de gobernanza eficientes, incluyendo aspectos como estándares, gestión e intercambio de datos y ciberseguridad.
	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar una legislación marco o líneas directrices, que oriente a los gobiernos locales en la elaboración de políticas o regulaciones específicas en materia de nuevas tecnologías y transporte.

Fuente: Autores.



7.4 Desarrollar el marco habilitador

Se refiere a acciones que normalmente se encuentran fuera del sector transporte, pero que son clave para promover la transformación digital del sector, incluyendo:

- Procesos de compras públicas.** Tradicionalmente estos procesos no tienden a favorecer la introducción de tecnologías innovadoras, en parte debido a los mecanismos de evaluación o porque los plazos de vida útil de la infraestructura no están adecuados al ritmo de innovación tecnológica. Una primera recomendación en este caso es cambiar las reglas de evaluación de la propuesta ganadora, adaptándola a criterios asociados con la transformación digital. Por ejemplo, para estimular el despliegue de una tecnología facilitadora como 5G (ver abajo), el gobierno puede definir que el ganador de la subasta de la licencia para el uso de espectro radioeléctrico no sea necesariamente el operador de telecomunicaciones que pague más, sino aquel que proponga el mejor plan de despliegue de redes en polos industriales y corredores logísticos (este método es denominado “concurso de belleza” para contraponerlo al de subasta al mejor postor). De esta manera, al cambiar las condiciones de adjudicación de la licencia, el regulador puede estimular el despliegue de una tecnología crítica para la transformación digital del sector. Otras prácticas requieren que los criterios de evaluación de propuestas incorporen factores como tecnologías innovadoras o alternativas para un mismo servicio según diferentes perfiles tecnológicos, implicancias económicas y riesgo.



La transformación digital requiere colaboración interinstitucional para avanzar en aspectos que se encuentran por fuera de la jurisdicción de las autoridades de transporte.

- **Infraestructura de telecomunicaciones.** Las brechas críticas en cobertura de redes deben ser consideradas en los planes nacionales de telecomunicaciones y en las agendas digitales para ser incluidas en la definición de metas en los planes de despliegue. Una consecuencia de ello puede ser incluir metas de despliegue de cobertura en corredores logísticos como parte del otorgamiento de licencias, y el cambio en los procesos de asignación de espectro. El rezago en la asignación de espectro para uso libre (*Wi-Fi*) y comunicación vehicular debe ser encarado de manera urgente en los planes nacionales de frecuencias, responsabilidad de las autoridades regulatorias.
- **Ecosistema de compartición de datos.** Avanzar en la transformación digital requiere contar con un marco legal y regulatorio orientado a garantizar la privacidad y la protección de datos. Temas clave a considerar son: (i) transparencia (¿han sido informados los usuarios sobre el uso de datos que estos generan? ¿han estado de acuerdo con su uso?); (ii) seguridad (¿se comparten los datos estrictamente necesarios? ¿cómo se garantiza la protección y uso adecuado de los mismos?); y (iii) gobernanza (¿quién tiene el control de los datos? ¿existen mecanismos de auditoría?). Ello implica aumentar el conocimiento y la capacidad dentro de los entes reguladores del transporte para su desarrollo e implementación. Para generar confianza en la ciudadanía, es importante involucrar a sus representantes en el proceso de revisión de los marcos y de su cumplimiento. De manera complementaria, los gobiernos deben crear los incentivos necesarios para compartir datos mediante el desarrollo de normas de interoperabilidad, y medidas y sistemas de control de seguridad digital, lo que incluye también considerar las implicaciones de las operaciones y su control frente a la información almacenada en la nube. Los controles de ciberseguridad deben incluir mecanismos de uso de redes virtuales privadas y el enrutamiento de tráfico.
- **Mercado laboral.** La generación del talento requerido para la transformación digital del transporte debe comenzar por estimar la demanda del mismo, respondiendo a interrogantes sobre la cantidad de trabajadores necesarios y qué perfiles deben tener los mismos. La segunda tarea es evaluar la calidad de la formación de los graduados del sistema educativo. En paralelo, es importante realizar estudios para cuantificar el número de empleos que pudiera desaparecer como resultado de la transformación digital y la automatización, para definir programas de capacitación (*reskilling*). Por su parte, puede desarrollarse un catálogo de ocupaciones digitales, para generar un esquema de certificaciones y programas de capacitación que respondan a las necesidades del sector. Finalmente, debe promoverse la coordinación entre el sistema educativo, el sector privado y el gobierno, sobre la base de: (i) alianzas público-privadas para mejor entendimiento de las necesidades de capacitación digital del sector transporte; (ii) ofrecimiento de cursos cortos de capacitación a empleados y funcionarios; y (iii) apoyo del sector educativo a empresas para reducir los costos de fricción en la transición educativo-productiva. Los procesos de capacitación pueden ser acelerados mediante el uso de tecnologías como plataformas de realidad virtual/ realidad



aumentada y la oferta de MOOCs. La creación de centros de formación físicos o virtuales, o la inclusión de la temática en centros ya existentes tanto para el sector privado como para el sector público, es uno de los aspectos clave en los que están avanzando los países líderes en la transformación digital del transporte.



7.5 Establecer alianzas estratégicas con el sector privado y la academia

Dado el rol clave que el sector privado posee en la transformación digital del transporte (ver **Capítulo 3**), es crucial avanzar en la construcción de una mayor colaboración orgánica con este sector:

Cuadro 7.4. ► RECOMENDACIONES PARA AVANZAR EN LA COLABORACIÓN PÚBLICO-PRIVADA

CAPACIDAD INSTITUCIONAL	RECOMENDACIONES
Coordinación institucional	<ul style="list-style-type: none"> • Involucrar al sector privado de manera formal en los comités intersectoriales enfocados en la digitalización del transporte, a fin de lograr acuerdos consensuados, con acciones a implementar por cada parte. Estos comités pueden ser permanentes o <i>ad hoc</i>, según una necesidad particular. • Evaluar la conformación de comités asesores, con representantes de los sectores privado y académico, que contribuyan a identificar los retos y a priorizar las mejoras en los sistemas de transporte como resultado de los avances tecnológicos. • A fin de tener una mayor representatividad, buscar que la participación del sector privado se estructure sobre la base de organizaciones empresarias representantes del sector en áreas relevantes para la digitalización del transporte.
Colaboración para el desarrollo tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> • Incluir al sector privado en proyectos de desarrollo tecnológico impulsados por el gobierno, mediante la firma de memorandos de entendimiento o cooperación. Estos pueden apuntar no solo al avance de una tecnología, sino también buscar incrementar las habilidades tecnológicas de la fuerza laboral actual y del futuro, por ejemplo, mediante la creación de programas y centros de formación.



CAPACIDAD INSTITUCIONAL	RECOMENDACIONES
Colaboración para el desarrollo tecnológico	<ul style="list-style-type: none"> • Crear consorcios de empresas privadas con especialidades particulares para la realización de proyectos conjuntos en áreas de interés, como pueden ser vehículos autónomos, vehículos eléctricos, movilidad urbana vertical, sistema de comunidad portuaria, etc. • Crear/identificar áreas geográficas destinadas a la investigación en nuevas tecnologías (por ejemplo, en ciudades inteligentes, AV, movilidad urbana vertical) patrocinadas por el sector público y con empresas privadas que contribuyan recursos financieros y, en contraparte, tengan acceso al área para desarrollar su tecnología y testearla en escenarios cuasi-reales. Por su parte, las autoridades pueden monitorear los avances con el fin de medir niveles de riesgos y prepararse en para realizar adecuaciones regulatorias en el caso de que estas tecnologías escalen. También pueden ser utilizadas como mecanismo de atracción de inversiones y posicionamiento a nivel regional e internacional, por ejemplo, mediante la creación de clústeres o polos tecnológicos. Para ello, es importante coordinar con políticas tecnológicas, industriales o territoriales promovidas en el contexto de implementación de una estrategia de desarrollo nacional.
Consultas en el marco de desarrollo de planes estratégicos para el sector	<ul style="list-style-type: none"> • Involucrar al sector privado en los grupos de trabajo encargados de elaborar planes estratégicos del sector, para identificar las oportunidades, desafíos y brechas a trabajar de manera conjunta, así como coordinar las acciones públicas y privadas requeridas para avanzar en la transformación digital. • Incorporar al sector privado en las mesas de gestión y monitoreo de implementación de las hojas de ruta, para asegurar la colaboración en las fases de implementación y orientar acciones de ambos sectores tendientes a lograr los objetivos estratégicos establecidos.

Fuente: Autores.

Asimismo, es importante **integrar a la academia** en este proceso, tanto en la elaboración de estudios prospectivos y planes sectoriales/subsectoriales, como en el desarrollo y testeo de las tecnologías, la formación de la fuerza laboral del futuro y el *reskilling* de la actual. La participación en comités asesores, la inclusión en proyectos de desarrollo tecnológico, la generación/reforma de programas académicos acordes con el sector transporte dentro de la revolución tecnológica y la conformación de centros de investigación y entrenamiento son medidas que han probado ser muy exitosas en los países líderes y que pueden ser replicadas en la región.



“

5 líneas de políticas públicas para avanzar en la transformación digital del transporte: visión estratégica, variedad de instrumentos, instituciones 4.0, marco habilitador y alianzas estratégicas ”



Referencias

A

ACI. (2020). Airports reveal step-change in continued progress towards decarbonisation as new Airport Carbon Accreditation levels are announced. News about Airport Carbon Accreditation.

<https://www.airportcarbonaccreditation.org/aca-media/news/864:airports-reveal-step-change-in-continued-progress-towards-decarbonisation-as-new-airport-carbon-accreditation-levels-are-announced>

ACI. (2021). Airport Digital Transformation Handbook, Second Edition 2021.

<https://store.aci.aero/product/airport-digital-transformation-handbook-second-edition-2021/>

Aeronáutica Civil. (2019). Plan Estratégico Aeronáutico 2030. Gobierno de Colombia.

<https://www.aerocivil.gov.co/aerocivil/II-FORO2030/Documents/Resumen%20Ejecutivo%20Plan%20Estrat%C3%A9gico%20Aeron%C3%A1utico%202030.pdf>

Aeronáutica Civil. (2021). Plan de Navegación Aérea para Colombia- PNA COL. Gobierno de Colombia.

<https://www.aerocivil.gov.co/autoridad-de-la-aviacion-civil/Pages/Plan-de-Navegación-Aérea-para-Colombia--PNA-COL.aspx>

Agência Nacional de Transportes Terrestres, & Brasil, G. F. (2020). Planejamento Estratégico 2020-2030. Ministério da Infraestrutura.

<https://www.gov.br/anttp/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/governanca-estrategica/planejamento-estrategico>

Agência Nacional de Transportes Terrestres, & Brasil, G. F. (2021). No Plano Diretor de Tecnologia da Informação e Comunicação - PDTIC 2021-2024. Revisão 1 - 2022. SUTEC.

https://www.gov.br/anttp/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/governanca-estrategica/PDTI_20212024eatumalizado.pdf

Airbus. (2017). Rethinking Urban Air Mobility.

<https://www.airbus.com/en/newsroom/stories/2017-06-rethinking-urban-air-mobility>



REFERENCIAS

Airbus. (2018). Voom Launches in Mexico City.

<https://acubed.airbus.com/blog/voom/voom-launches-in-mexico-city/>

Airbus. (2022a). Skywise.

<https://aircraft.airbus.com/en/services/enhance/skywise>

Airbus. (2022b). ZEROe.

<https://www.airbus.com/en/innovation/zero-emission/hydrogen/zeroe>

Airport Technology. (2021). The decade of urban mobility: Are eVTOLs becoming a reality?

<https://www.airport-technology.com/features/decade-urban-mobility-evtols-becoming-reality/>

Airside International. (2019). Vanderlande offers end-to-end baggage handling system.

<https://www.airsideint.com/issue-article/vanderlande-offers-end-to-end-baggage-handling-system/>

Akabas, S., & Collins, B. (2014). What is the Research and Experimentation Tax Credit?. Bipartisan Policy Center.

<https://bipartisanpolicy.org/blog/what-research-and-experimentation-tax-credit/>

Allied Market Research. (2021a). Marine insurance market: Global Opportunity Analysis and Industry Forecast 2021-2028.

<https://www.alliedmarketresearch.com/marine-insurance-market-A11321>

Allied Market Research. (2021b). Transportation Management System: Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2020-2027.

<https://www.alliedmarketresearch.com/transportation-management-market-A06268>

American Airlines. (2021). American Airlines Invests in the Future of Urban Air Mobility. American Airlines News Room.

<https://news.aa.com/news/news-details/2021/American-Airlines-Invests-in-the-Future-of-Urban-Air-Mobility-FLT-06/default.aspx>

ANAC, & Brasil, G. F. (2017). Programa Nacional de Facilitação do Transporte Aéreo (PROFAL).

<https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/planos-e-programas/profal>



REFERENCIAS

ANAC, & Brasil, G. F. (2021). Boletim de pessoal e serviço.

<https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/boletim-de-pessoal/2021/18/bps-no-18-de-7-de-maio-de-2021.pdf>

ANAC, & Brasil, G. F. (2022). Processo de certificação de tipo de eVTOL tem início na ANAC.

<https://www.gov.br/anac/pt-br/noticias/2022/processo-de-certificacao-de-tipo-de-evtol-tem-inicio-na-anac>

ANAC, & Ministerio de Transporte. (2021). Plan de acción del Estado Argentino para la reducción de emisiones de CO2 en la aviación. Gobierno de Argentina.

https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/plan_de_accion_del_estado_argentino_para_la_reduccion_de_emisiones_de_co2_en_la_aviacion.pdf

Anteproyecto de Ley de Movilidad Sostenible y Financiación Del Transporte, (2020) Testimony of Movilidad y Agenda Urbana Ministerio de Transportes & Secretaría General de Transportes y Movilidad.

ARGENIA, & Presidencia de la Nación, A. (2019). Plan Nacional de IA Gobierno de Argentina. Gobierno de Argentina.

<https://ia-latam.com/portfolio/plan-nacional-de-ia-gobierno-de-argentina>

Argentina, G. de la R. (2016). Paquete de Apertura de Datos de la República Argentina.

<https://datosgobar.github.io/paquete-apertura-datos/>

Argentina, G. de la R. (n.d.). Guía para la identificación y uso de entidades interoperables - Paquete de Apertura de Datos de la República Argentina. Retrieved March 16, 2022, from

<https://datosgobar.github.io/paquete-apertura-datos/guia-interoperables/>

Automotive Council UK, Department for Business, E. and I. S., & United Kingdom, G. (2018). Industrial Strategy Automotive Sector Deal.

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/673045/automotive-sector-deal-single-pages.pdf

Autoridad Aeronáutica Civil de Panamá. (2020a,). Programa Nacional de Seguridad de Carga Aérea.

<https://sigob.aeronautica.gob.pa/snra/subtipo/51/ficha/754/archivo/2752/pdf>

Autoridad Aeronáutica Civil de Panamá. (2020b). Programa Nacional de Seguridad de la Aviación Civil (PNSAC).

<https://sigob.aeronautica.gob.pa/snra/subtipo/51/ficha/755>



REFERENCIAS

Autoridad Marítima de Panamá. (2017). Estrategia Logística Nacional de Panamá 2030 .

<https://amp.gob.pa/noticias/estrategia-logistica-nacional-2030/>

Autoridad Marítima de Panamá. (2020). Plan Estratégico Quinquenal 2020-2024

<https://amp.gob.pa/wp-content/uploads/2020/03/P.E.-Q-AMP-2020-2024.pdf>

Autoridad Nacional para la Innovación Gubernamental, & Panamá, G. de la R. de. (2021). Agenda Digital Nacional 2021.

<https://aig.gob.pa/descargas/2019/06/agenda-digital-2021-aig.pdf>

Autoridad Portuaria Dominicana, & República Dominicana, G. de la. (2021). Plan Estratégico Institucional 2021-2024 .

<https://portuaria.gob.do/wp-content/uploads/sites/2/2021/10/PEI-2021-2024-VERSION-FINAL-2.1.pdf>

Avolon. (2021a). Avolon and Japan Airlines partner to create EVTOL ride sharing business in Japan.

<https://avolon.aero/newsroom-and-thoughts/avolon-and-japan-airlines-partner-to-create-evtol-ride-sharing-business-in-japan>

Avolon. (2021b). Gol and Grupo Comporte order 250 VA-X4 zero emissions aircraft from Avolon.

<https://avolon.aero/newsroom-and-thoughts/gol-and-grupo-comporte-order-250-va-x4-zero-emissions>

AWS Amazon. (2022). Estudio de caso AWS: Embraer.

<https://aws.amazon.com/pt/solutions/case-studies/embraer/>

Barbero, J. A., & Guerrero, P. (2017). El transporte automotor de carga en América Latina: Soporte logístico de la producción y el comercio. Banco Interamericano de Desarrollo.

<https://publications.iadb.org/es/el-transporte-automotor-de-carga-en-america-latina-soporte-logistico-de-la-produccion-y-el-comercio>

Bedoya-Maya, F., & Calatayud, A. (2022). Enhanced port-city interface through infrastructure investment: evidence from Buenos Aires. Maritime Economics & Logistics, Forthcoming May 2022.

Bedoya-Maya, Felipe, Scholl, L., Sabogal-Cardona, O., & Oviedo, D. (2021). Who uses Transport Network Companies?: Characterization of Demand and its Relationship with Public Transit in Medellín. Banco Interamericano de Desarrollo.

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18235/0003621>





REFERENCIAS

Beltrán Real, Ó. M., & Lefevre. (2021). Lecciones aprendidas en la implementación de modelos de negocio para la masificación de buses eléctricos en Latinoamérica y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo.

<https://doi.org/10.18235/0003734>

BID Invest, & Korean Development Institute. (2021). Research on the Digital Transformation and Ecosystem of Korea applicable to LAC companies.

<https://idbinvest.org/en/publications/research-digital-transformation-and-ecosystem-korea-applicable-latin-american-and>

BID. (2020a). De estructuras a servicios. El camino a una mejor infraestructura en América Latina y el Caribe. (E. Cavallo, A. Powell, & T. Serebrisky (Eds.)). Banco Interamericano de Desarrollo.

<https://flagships.iadb.org/es/DIA2020/de-estructuras-a-servicios>

BID. (2020b). Documento de marco sectorial de transporte. Banco Interamericano de Desarrollo.

<https://www.iadb.org/es/sectores/transporte/marco-sectorial>

Bnamericas. (2021). How South America's main port operator advances through technology.

<https://www.bnamericas.com/en/features/how-south-americas-main-port-operator-advances-through-technology>

Brasil, G. F. (2018). Estrategia Brasileira para a Transformação Digital (EBTD).

<https://www.gov.br/mcti/pt-br/centrais-de-conteudo/comunicados-mcti/estrategia-digital-brasileira/estrategiadigital.pdf>

Brasil, G. F., & FINep. (2020). Programa Rota 2030 – Mobilidade e Logística.

<http://www.finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/programas-e-linhas/finep-rota-2030>

Business Insider. (2019). AI-powered voice assistants are increasingly moving into cars. Transportation.

<https://www.businessinsider.com/voice-assistants-inside-cars-2019-1>

Calatayud, A, & Montes, L. (2021). Logística en América Latina y el Caribe: Oportunidades, desafíos y líneas de acción. Banco Interamericano de Desarrollo.

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18235/0003278>

Calatayud, A, Riobo, A., Katz, R., Irigoyen, J. ., Bassani, M., & Unzueta, A. (2022). Estrategia de Transformación Digital para el Sector de Infraestructura y Energía. Banco Interamericano de Desarrollo. Forthcoming.





REFERENCIAS

Calatayud, A. (2017). The Connected Supply Chain: Enhancing Risk Management in a Changing World. Inter-American Development Bank.

<https://publications.iadb.org/en/connected-supply-chain-enhancing-risk-management-changing-world>

Calatayud, A., & Katz, R. (2019). Cadena de suministro 4.0: Mejores prácticas internacionales y hoja de ruta para América Latina. Banco Interamericano de Desarrollo.

<http://dx.doi.org/10.18235/0001956>

Calatayud, A., & Muñoz, J. C. (2020). El camino hacia un mejor transporte. De estructuras a servicios (pp. 245-280). Banco Interamericano de Desarrollo.

<https://flagships.iadb.org/es/DIA2020/de-estructuras-a-servicios>

Calatayud, A., Benítez, C., Leaño, J. M., Agosta, R., Blas, F., Goytia, C., Guilera, S., Riobó, A., Cristian, P., Duk, N., Freytes, C., & Rodríguez F. (2020). Vehículos Autónomos.

<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Vehiculos-autonomos-Una-revision-bibliogr%C3%A1fica-sobre-su-impacto-en-la-movilidad-de-las-ciudades-de-la-region.pdf>

Calatayud, Agustina, Sánchez-González, S., Bedoya-Maya, F., Giraldez, F., & Márquez, J. M. (2021). Congestión urbana en América Latina y el Caribe: características, costos y mitigación. Banco Interamericano de Desarrollo.

<https://dx.doi.org/10.18235/0003149>

CEDEFOP. (2019). Germany: Adult population with potential for upskilling and reskilling. Adult population with potential for upskilling and reskilling. CEDEFOP Country Factsheet.

<http://www.cedefop.europa.eu/en/events-and-projects/projects/adult-learning>

CEDEFOP. (2020). Empowering adults through upskilling and reskilling pathways. Volume 1: adult population with potential for upskilling and reskilling.

<http://data.europa.eu/doi/10.2801/475393>

Centauri Technologies Corporation. (2015). "PANAMÁ HUB DIGITAL" Estrategia para el Desarrollo del Sector TIC 2025.

<https://panamahub.digital/es/>

Cerema. (2019). MaaS in Europe: Lessons from the Helsinki, Vienna and Hanover experiments.

https://www.cerema.fr/system/files/documents/2020/04/cerema_parangonnage_maas_synthesis_eng.pdf

Chan, W. C., Wan Ibrahim, W. H., Lo, M. C., Suaidi, M. K., & Ha, S. T. (2020). Sustainability of Public Transportation: An Examination of User Behavior to Real-Time GPS Tracking Application. Sustainability, 12(9541).

<https://doi.org/10.3390/su12229541>



REFERENCIAS

- Chile, G. de. (2015). Agenda Digital 2020: Chile Digital para Tod@s.
[http://www.agendadigital.gob.cl/files/Agenda Digital Gobierno de Chile - Noviembre 2015.pdf](http://www.agendadigital.gob.cl/files/Agenda%20Digital%20Gobierno%20de%20Chile%20-%20Noviembre%202015.pdf)
- Chrisman, J. J., Chua, J. H., Pearson, A. W., & Barnett, T. (2012). Family Involvement, Family Influence, and Family-Centered Non-Economic Goals in Small Firms. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 36(2), 267-293.
<https://doi.org/10.1111/j.1540-6520.2010.00407.x>
- CIO Council. (2021). Chief Information Officers Council Handbook.
<https://www.cio.gov/assets/files/Handbook-CIO.pdf>
- Civil Aviation Authority, & United Kingdom, G. (2018). Airspace Modernisation Strategy.
<https://publicapps.caa.co.uk/docs/33/CAP%201711%20Airspace%20Modernisation%20Strategy.pdf>
- Civil Aviation Authority, & United Kingdom, G. (2021). Future Flight Challenge .
<https://www.caa.co.uk/our-work/innovation/future-flight-challenge/>
- CNN. (2021a). American Airlines and Virgin Atlantic order electric air taxis from UK startup.
<https://www.cnn.com/2021/06/11/business/vertical-aerospace-evtol/index.html>
- CNN. (2021b). Embraer vai usar helicópteros para simular rota de “carros voadores” no Rio.
<https://www.cnnbrasil.com.br/business/embraer-vai-usar-helicopteros-para-simular-rota-de-carros-voadores-no-rio/>
- Comité de transformación Digital de CORFO. (n.d.). Plan Nacional Chile Territorio Inteligente.
<https://postulaciones.corfo.cl/sites/Satellite?blobcol=urldata&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1475167933608&ssbinary=true>
- Comitê Interministerial de Planejamento da Infraestrutura (CIP-INFRA), & Brasil, G. F. (2021). Plano Integrado de Longo Prazo para a Infraestrutura 2021-2050.
<https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/comite-interministerial-de-planejamento-da-infraestrutura/pilpi.pdf>
- Comité Interministerial sobre Ciberseguridad, & Chile, G. de. (n.d.) 2021. Política Nacional de Ciberseguridad. Retrieved March 15, 2022, from www.ciberseguridad.gob.cl



REFERENCIAS

Consejo Nacional para la Innovación Gubernamental, & Panamá, G. de la R. de. (2021). Gaceta Oficial Digital No. 29434-A “Por la cual se aprueba la Estrategia Nacional de Ciberseguridad para el periodo 2021-2024.”

https://www.gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/29434_A/88864.pdf

Consejo Presidencial para la Competitividad y la Innovación, Banco Interamericano de Desarrollo, & Costa Rica, G. de. (2014). Plan Nacional en Logística de Cargas -PNLog Costa Rica, 2014 -2024.

<https://repositorio-snp.mideplan.go.cr/handle/123456789/91>

Contexto. (2020). ¿Fracasó la micromovilidad? América Latina y el futuro de los scooters.

<https://contxto.com/es/brasil/micromovilidad-america-latina/>

CPH. (2020). Leading Danish companies join forces on an ambitious sustainable fuel project.

<https://www.cph.dk/en/about-cph/press/news/2020/5/leadingdanish-companies-join-forces-on-an-ambitious-sustainable-fuel-project>

Crotte Alvarado, A., Arvizu, C., & Garduño, J. (2018). Sistema Electrónico de Pago de Pasajes (SEPP) de Transporte Público Urbano. Banco Interamericano de Desarrollo.

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18235/0002299>

CTAC. (2021). Digital Twin shortens playing field for expansive Belfast Harbour. Ports and Terminals, Smart Technologies, Smart Technologies and Digitalization.

<https://www.porttechnology.org/news/ctac-2021-digital-twin-shortens-playing-field-for-expansive-belfast-harbour/>

De Massis, A., Koltar, J., Mazzola, P., Minola, T., & Sciascia, S. (2018). Conflicting Selves: Family Owners’ Multiple Goals and Self-Control Agency Problems in Private Firms. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 42(3).

<https://doi.org/10.1111/etap.12257>

Delta Airlines. (2016). Delta introduce innovador sistema RFID para rastreo de equipaje.

<https://news.delta.com/delta-introduce-innovador-sistema-rfid-para-rastreo-de-equipaje>

Delta Airlines. (2019). Delta expands optional facial recognition boarding to new airports, more customers.

<https://news.delta.com/delta-expands-optional-facial-recognition-boarding-new-airports-more-customers>





REFERENCIAS

Departamento de Controle do Espaço Aéreo, & Brasil, G. F. (2021). Programa Sirius.
<https://sirius.decea.mil.br/#1623270901950-4029f1be-29a7>

Departamento Nacional de Planeación, Colombia. (2010). Plan Maestro de Transporte (2010 - 2032).
<https://plc.mintransporte.gov.co/Portals/0/Documentos/Documento Consolidado PMT.pdf>

Departamento Nacional de Planeación, Colombia. (2018a). Pacto por el transporte y la logística para la competitividad y la integración regional. Pacto por el transporte y la logística para la competitividad y la integración regional.
<https://www.dnp.gov.co/DNPN/Plan-Nacional-de-Desarrollo/Paginas/Pactos-Transversales/Pacto-transporte-y-logistica/Transporte-y-Logistica.aspx>

Departamento Nacional de Planeación, Colombia. (2018b). Plan Nacional de Desarrollo 2018 - 2022.
<https://www.dnp.gov.co/DNPN/Paginas/Plan-Nacional-de-Desarrollo.aspx>

Departamento Nacional de Planeación, Colombia. (2019). CONPES 3975. Política Nacional Para La Transformación Digital E Inteligencia Artificial.
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Económicos/3975.pdf>

Departamento Nacional de Planeación, Colombia. (2020). CONPES 3982.
<https://competitividad.ccpasto.org.co/wp-content/uploads/2021/06/DOC-COMPES-DEPARTAMENTO-NACIONAL-DE-PLANEACION.pdf>

Department for Business, E. & I. S., & United Kingdom, G. (2021). Small Business Survey reports - GOV.UK.
<https://www.gov.uk/government/collections/small-business-survey-reports>

Department for Business, E. and I. S., & United Kingdom, G. (2017). Industrial Strategy: building a Britain fit for the future.
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/664563/industrial-strategy-white-paper-web-ready-version.pdf

Department for Business, E. and I. S., & United Kingdom, G. (2018). Industrial Strategy Aerospace Sector Deal.
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/763781/aerospace-sector-deal-web.pdf

Department for Digital, C. M. and S., Department for Business, E. and I. S., & United Kingdom, G. (2018). AI Sector Deal.
<https://www.gov.uk/government/publications/artificial-intelligence-sector-deal/ai-sector-deal>



REFERENCIAS

Department for Transport, & United Kingdom, G. (2018). Transport and transport technology: public attitudes tracker.

<https://www.gov.uk/government/publications/transport-and-transport-technology-public-attitudes-tracker>

Department for Transport, & United Kingdom, G. (2019a). Maritime 2050 Navigating the Future.

<https://www.gov.uk/government/publications/maritime-2050-navigating-the-future>

Department for Transport, & United Kingdom, G. (2019b). Technology and Innovation in UK Maritime: The case of Autonomy.

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/877630/technology-innovation-route-map-document.pdf

Department for Transport, & United Kingdom, G. (2019c). Clean Maritime Plan.

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/815664/clean-maritime-plan.pdf

Department for Transport, & United Kingdom, G. (2019d). Future of mobility: urban strategy.

<https://www.gov.uk/government/speeches/future-of-mobility-urban-strategy>

Department for Transport, & United Kingdom, G. (2020a). Future of Transport: user study.

<https://www.gov.uk/government/publications/future-of-transport-user-study>

Department for Transport, & United Kingdom, G. (2020b). Shared mobility: user attitudes .

<https://www.gov.uk/government/publications/shared-mobility-user-attitudes>

Department for Transport, & United Kingdom, G. (2020c). Smart motorway safety - evidence stocktake and action plan.

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/936811/smart-motorway-safety-evidence-stocktake-and-action-plan.pdf

Department for Transport, & United Kingdom, G. (2021a). Bus Back Better National Bus Strategy for England.

<https://www.gov.uk/government/publications/bus-back-better>

Department for Transport, & United Kingdom, G. (2021b). Decarbonising Transport, A Better, Greener Britain.

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1009448/decarbonising-transport-a-better-greener-britain.pdf



REFERENCIAS

Department for Transport, & United Kingdom, G. (2021c). Future of transport: deliberative research - GOV.UK.

<https://www.gov.uk/government/publications/future-of-transport-deliberative-research>

Department for Transport, & Williams Rail Review. (2021). The Williams-Shapps Plan for Rail Great British Railways CP 423.

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/994603/gbr-williams-shapps-plan-for-rail.pdf

Department for Transport, U., Office for Low Emission Vehicles, & Centre for Connected and Autonomous Vehicles. (2020, November 24). Future of Transport programme - Collection.

<https://www.gov.uk/government/collections/future-of-transport-programme>

Department of Transportation, & United States, F. G. (2018b). U.S. Department of Transportation - Strategic Plan for FY 2018 - 2022.

<https://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/docs/mission/administrations/office-policy/304866/dot-strategic-plan-fy2018-2022508.pdf>

Department of Transportation, & United States, F. G. (2020). National Freight Strategic Plan.

https://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/2020-09/NFSP_fullplan_508_0.pdf

Department of Transportation, & United States, F. G. (2021). Automated Vehicles Comprehensive Plan.

<http://www.Transportation.gov/AV>

Department of Transportation, & United States, F. G. (2021b). FY2022-26 DOT Strategic Plan and Framework .

<https://www.transportation.gov/dot-strategic-plan>

Department of Transportation, U., & United States, F. G. (2018a). Research, Development, and Technology Strategic Plan FY 2018-2022.

<https://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/2020-11/DOT%20RDT%20Strat%20Plan%20-%20112320%20-%20Final.pdf>

Deputy Ministry for Transportation, F., & France, G. of. (2021). Innovation strategy and future investments in transport.

<https://www.ecologie.gouv.fr/strategie-dinnovation-et-investissements-davenir-dans-transports>



REFERENCIAS

Deputy Ministry for Transportation, F., Deputy Ministry for Industry, & Deputy Ministry for Industry. (2021). Press kit: Launch of the Acceleration Strategy strategy for digitalization and decarbonization of mobility.

<https://www.gouvernement.fr/digitalisation-et-decarbonation-des-mobilites>

Deputy Ministry for Transportation, F., Ministry of the Sea, & France, G. of. (2021). National Ports Strategy.

<https://www.ecologie.gouv.fr/strategie-nationale-portuaire-snp#:~:text=La%20nouvelle%20strat%C3%A9gie%20nationale%20portuaire,%2C%20%C3%A0%20horizon%202025%2D2050.>

DFKI. (n.d.). German Research Center for Artificial Intelligence. Retrieved March 15, 2022, from

<https://www.dfki.de/en/web>

DHL. (2015). Internet of things in logistics.

<https://discover.dhl.com/content/dam/dhl/downloads/interim/full/dhl-trend-report-internet-of-things.pdf>

Diario Financiero. (2022). Nuevas formas de pago en transporte público de Santiago.

<https://www.df.cl/noticias/economia-y-politica/ahora-en-df-nuevas-formas-de-pago-en-transporte-publico-de-santiago/2022-01-24/181017.html>

Dirección de Planificación Urbana, A. de P. (2017). Movilidad Urbana – Planificación Urbana.

<https://dpu.mupa.gob.pa/planes-y-productos/movilidad-urbana/>

Dirección General de Aeronáutica Civil. (2019). Plan Estratégico 2019-2030 “En la ruta del Centenario.”

https://www.dgac.gob.cl/wp-content/uploads/2020/03/PLAN_ESTRATEGICO_2019-2030.pdf

Dirección General de Aviación Civil, & Costa Rica, G. de. (2019). Programa Nacional de Facilitación del transporte aéreo.

<https://www.dgac.go.cr/wp-content/uploads/2019/06/PNF-25-JUN-2019-Aprobado.pdf>

Dirección General de Tráfico, & España, G. de. (n.d.). DGT - Estrategias y planes de seguridad vial. Retrieved March 13, 2022, from

<https://www.dgt.es/conoce-la-dgt/que-hacemos/estrategias-y-planes/>

Dirección General de Tráfico, Ministerio del Interior, & España, G. de. (n.d.). DGT - Tecnología e innovación en carretera. Retrieved March 13, 2022, from

<https://www.dgt.es/muevete-con-seguridad/tecnologia-e-innovacion-en-carretera/>



REFERENCIAS

Directorate-General for Infrastructure, T. and the S. (D.), & France, G. of. (2021). Cybersecure Ports, Best Practices Guide for Cybersecurity in the ports sector. http://www.port.fr/sites/default/files/fichiers/dgitm_-_guide_ports_cybersecurises_vd_-_diffusion_-_2021.pdf

División de Gobierno Digital SEGPRES, & Chile, G. de. (2019). Estrategia de Transformación Digital del Estado. <https://digital.gob.cl/biblioteca/estrategias/estrategia-de-transformacion-digital-del-estado/>

DOT. (2007). Evaluation of Impacts from Deployment of an Open Road Tolling Concept for a Mainline Toll Plaza. <https://www.itskrs.its.dot.gov/its/benecost.nsf/ID/0786ef6a8384d176852573e5006d0c33?OpenDocument&Query=BAApp>

DOT. (2015). Estimated Benefits of Connected Vehicle Applications: Dynamic Mobility Applications , AERIS , V2I Safety , and Road Weather Management Applications (Issue August). <https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/3569>

EASA. (2021). EASA approves the first Virtual Reality (VR) based Flight Simulation Training Device. <https://www.easa.europa.eu/newsroom-and-events/press-releases/easa-approves-first-virtual-reality-vr-based-flight-simulation>

Ericsson. (2021). Connected ports: A guide to making ports smarter with private cellular technology. <https://www.ericsson.com/en/internet-of-things/audience-page/connected-ports-report>

Erneubar Mobil. (2018). HEAT | Renewable Mobile. <https://www.erneubar-mobil.de/projekte/heat>

España, G. de, & Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. (2020). Plan para la Conectividad y las infraestructuras Digitales . https://portal.mineco.gob.es/RecursosArticulo/mineco/ministerio/ficheros/201202_Plan_para_la_Conectividad.pdf

España, G. de. (2021a). Plan de Digitalización de las Administraciones Públicas 2021-2025. <https://www.lamoncloa.gob.es/presidente/actividades/Documents/2021/270121-PlanDigitalizacionAdministracionesOptimizado.pdf>

España, G. de. (2021b). Plan de Digitalización de Pymes. <https://www.lamoncloa.gob.es/presidente/actividades/Documents/2021/270121-PlanDigitalizacionPYME01Optimizado.pdf>





REFERENCIAS

España, G. de. (2021c). Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

<https://www.lamoncloa.gob.es/presidente/actividades/Documents/2021/130421-%20Plan%20de%20recuperacion%2C%20Transformacion%20y%20Resiliencia.pdf>

España, G. de. (2021d). Plan Nacional de Competencias Digitales.

<https://www.lamoncloa.gob.es/presidente/actividades/Documents/2021/270121-PlanCompetenciasDigitales.pdf>

European 5G Observatory. (2022). 5G Scorecards.

<https://5gobservatory.eu/observatory-overview/5g-scoreboards/>

European Commission. (2016). Digital Skills at the core of the new Skills Agenda for Europe | Digital Single Market.

<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/digital-skills-initiatives>

European Commission. (2021). Broadband in Germany | Shaping Europe's digital future.

<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/broadband-germany>

EVA (2020). Transformación digital y diálogo social en el transporte público urbano en Europa.

<https://cms.uitp.org/wp/wp-content/uploads/2020/10/Final-report-Digital-transformation-and-social-dialogue-in-urban-public-transport-ES.pdf>

EVE Air Mobility. (2021a). Eve and Falko announce partnership to develop Global Operator Network with a potential order for 200 eVTOLs.

<https://eveairmobility.com/eve-and-falko-enter-partnership-to-develop-global-operator-network-with-an-order-for-200-evtols/>

EVE Air Mobility. (2021b). Eve and Republic Airways announce partnership to develop regional operator network of the future with an order for up to 200 eVTOL aircraft.

<https://eveairmobility.com/eve-and-republic-airways-announce-partnership-to-develop-regional-operator-network-of-the-future-with-an-order-for-up-to-200-evtol-aircraft/>

EVE Air Mobility. (2021c). Eve and Sydney Seaplanes announce partnership to bring UAM services to Sydney with an initial order of 50 eVTOLs.

<https://eveairmobility.com/eve-and-sydney-seaplanes-announce-partnership-to-bring-uam-services-to-sydney-with-an-initial-order-of-50-evtols/>

EVE. (2021). Eve's Urban Air Mobility simulation in Rio de Janeiro starts in November.

<https://eveairmobility.com/eves-urban-air-mobility-simulation-in-rio-de-janeiro-starts-in-november/>



REFERENCIAS



FAA. (2017). BEYOND Program.

https://www.faa.gov/uas/programs_partnerships/beyond/

Federal Aviation Administration, U. D., & United States, F. G. (n.d.). Next Generation Air Transportation System (NextGen). Retrieved March 14, 2022, from <https://www.faa.gov/nextgen/>

Federal Aviation Administration. (2018). Advanced Aviation Advisory Committee. https://www.faa.gov/uas/programs_partnerships/advanced_aviation_advisory_committee/

Federal CDO Council. (2021). CDO playbook: Advancing the Federal Data Strategy.

<https://www.dol.gov/agencies/odep/publications/fact-sheets/soft-skills-the-competitive-edge>

Federal Communications Commission. (2020). FCC modernizes 5.9 GHz band for Wi-Fi and auto safety. FCC News.

<https://www.fcc.gov/document/fcc-modernizes-59-ghz-band-improve-wi-fi-and-automotive-safety>

Federal Ministry for Digital Affairs and Transport, & Germany, F. G. (2016). Roadmap: Digital networking in public transport.

<https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/G/roadmap-digitale-vernetzung-im-oepv.html>

Federal Ministry for Digital Affairs and Transport, & Germany, F. G. (2018). Action plan for digitization and artificial intelligence in mobility.

<https://www.bmvi.de/DE/Themen/Digitales/Aktionsplan-Digitalisierung-und-Kuenstliche-Intelligenz/Aktionsplan/aktionsplan.html>

Federal Ministry for Digital and Transport, & Germany, F. G. (2017). The 2030 Federal Transport Infrastructure Plan.

<https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/Articles/G/federal-transport-infrastructure-plan-2030.html>

Federal Ministry for Digital and Transport, & Germany, F. G. (2019). Logistics 2030 Innovation Programme.

<https://www.bmvi.de/EN/Topics/Mobility/Freight-Transport-Logistics/Logistics-2030-Innovation-Programme/logistics-2030-innovation-programme.html#:~:text=The%20Innovation%20Programme%20is%20designed,ten%20strategic%20fields%20of%20action>



REFERENCIAS

Federal Ministry for Digital and Transport, & Germany, F. G. (2020). BMDV - Apply now: 2020 German Mobility Award has been launched.

<https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/PressRelease/2020/020-scheuer-german-mobility-award-2020.html>

Federal Ministry for Digital and Transport, & Germany, F. G. (2020). Unmanned Aircraft Systems and Innovative Aviation Strategies The Federal Government's Action Plan.

https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/DG/aktionsplan-drohnen-englisch.pdf?__blob=publicationFile

Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action, & Germany, F. G. (2019). Making space for innovation The handbook for regulatory sandboxes.

https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Publikationen/Digitale-Welt/handbook-regulatory-sandboxes.pdf?__blob=publicationFile&v=2

Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action, Federal Ministry of Education and Research, & Germany, F. G. (2019). Platform Industry 4.0 - 2030 Vision.

<https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/EN/Standardartikel/vision.html>

Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action. (n.d.). BMWK - ERP Innovation Programme. Retrieved March 15, 2022, from

<https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Artikel/SME-Sector/technology-neutral-project-support-02.html>

Federal Transit Administration, & United States, F. G. (2020). U.S. Department of Transportation Announces \$20.3 Million in Grants to Improve Transportation Access Through Innovative Technologies. U.S. DOT.

<https://www.transit.dot.gov/about/news/us-department-transportation-announces-203-million-grants-improve-transportation-access>

Federal Transit Administration, & United States, F. G. (2021). Enhancing Mobility Innovation. U.S. DOT.

<https://www.transit.dot.gov/research-innovation/enhancing-mobility-innovation>

Federal Transit Administration. (2011). Workforce Development Initiative | FTA. U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION.

<https://www.transit.dot.gov/research-innovation/workforce-development-initiative>

Federal Transit Administration. (2021). Mobility on Demand (MOD) Sandbox Program . US DOT.

<https://www.transit.dot.gov/research-innovation/mobility-demand-mod-sandbox-program>



REFERENCIAS

FHWA. (2016). Shared Mobility Current Practices and Guiding Principles.
<https://ops.fhwa.dot.gov/publications/fhwahop16022/fhwahop16022.pdf>

FHWA. (2017a). Adaptive Signal Control Technology. Center for Accelerating Innovation.
<https://www.fhwa.dot.gov/innovation/everydaycounts/edc-1/asct.cfm>

FHWA. (2017b). Virtual Weigh Stations and Weigh-in-Motion (WIM) Technology in Maryland and New York.
<https://ops.fhwa.dot.gov/publications/fhwahop17059/index.htm>

FMCSA. (2015). Electronic Logging Devices and Hours of Service Supporting Documents (Vol. 80, Issue 241).
<https://www.fmcsa.dot.gov/hours-service/elds/electronic-logging-devices-and-hours-service-supporting-documents>

Forbes. (2021). Maritime Cybersecurity: A New Blue Ocean For Venture Capital?
<https://www.forbes.com/sites/forbesbusinesscouncil/2021/09/15/maritime-cybersecurity-a-new-blue-ocean-for-venture-capital/?sh=53c2dc6479>

Forbes. (2022). Ahora se podrá recargar la tarjeta de transporte de la CDMX con Mercado Pago.
<https://www.forbes.com.mx/negocios-ahora-se-podra-recargar-tarjeta-de-transporte-de-cdmx-con-mercado-pago/>

France, G. of. (2018). National Strategy for Artificial Intelligence.
<https://www.intelligence-artificielle.gouv.fr/fr/strategie-nationale/la-strategie-nationale-pour-l-ia>

France, G. of. (2021a). National Recovery and Resilience Plan.
https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/plan-de-reliance/PNRR%20Francais.pdf

France, G. of. (2021b). National Cloud Strategy: Supporting innovation in the Cloud.
https://www.gouvernement.fr/sites/default/files/contenu/piece-jointe/2021/11/1617_-_dossier_de_presse_-_strategie_nationale_pour_le_cloud_.pdf

Fraunhofer Institute for Material Flow and Logistics IML. (2021). Air Cargo digital test field aims to digitize air freight.
https://www.iml.fraunhofer.de/de/presse_medien/pressemitteilungen/dtac.html

FreightWaves. (2020). Commentary: Drone use by ports to increase in 2020.
<https://www.freightwaves.com/news/commentary-drone-use-by-ports-to-increase-in-2020>



REFERENCIAS

French Civil Aviation Authority (DGAC), & France, G. of. (2020). Horizon 2023 Strategic Safety Enhancement Plan.

https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/DSAC_Horizon_2023_EN_web.pdf

Frost & Sullivan. (2021). A dynamic threat landscape propels the global maritime port security market (Issue April). F&S - Global Industry Reports.

<https://www.reportlinker.com/p06067711/A-Dynamic-Threat-Landscape-Propels-the-Global-Maritime-Port-Security-Market.html>

Future Travel Experience. (2016). Air NZ keeping close eye on electronic bag tag developments following biometric bag drop implementation.

<https://www.futuretravelexperience.com/2016/02/air-nz-keeping-a-close-eye-on-electronic-bag-tag-developments-following-biometric-bag-drop-implementation/>

General Services Administration, CDO Council, Office of Management and Budget, & United States, F. G. (2020). Federal Data Strategy.

<https://strategy.data.gov/>

Genetec. (n.d.). Massachusetts Bay Transportation Authority - GENETEC. Retrieved March 16, 2022, from

<https://www.genetec.com/customer-stories/mbta-onboard-video-surveillance>

Germany, F. G. (2020). Artificial Intelligence Strategy of the German Federal Government.

https://www.ki-strategie-deutschland.de/files/downloads/Fortschreibung_KI-Strategie_engl.pdf

Germany, F. G. (2021). Data Strategy of the Federal German Government.

<https://www.bundesregierung.de/breg-en/service/information-material-issued-by-the-federal-government/data-strategy-of-the-federal-german-government-1950612>

Germany, F. G., & Bundesregierung, D. (2021). Shaping digitalization: The German government's implementation strategy.

<https://www.bundesregierung.de/resource/blob/992814/1605342/284988700922725d63a0fb95db824024/digitalisierung-gestalten-englisch-download-bpa-data.pdf>

Germany, F. G., & Federal Ministry of Education and Research. (2018). Hight Tech Strategy 2025: Research and innovation that benefit the people.

Germany, G. of the F. R. of, & Federal Ministry for Digital Affairs and Transport. (2013). ITS Action plan for the Roads.

https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/Documents/LA/its-action-plan-roads.pdf?__blob=publicationFile





REFERENCIAS

Germany, G. of the F. R. of, & Federal Ministry for Digital Affairs and Transport. (2022). Digital Platform for Unmanned Aircraft has been launched.

<https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2022/004-digitale-plattform-unbemannte-luftfahrt-ist-gestartet.html>

GIHUB. (2020). Autonomous Shipping Ports. Case Studies.

<https://www.gihub.org/resources/showcase-projects/autonomous-shipping-ports/>

Gobierno de Argentina. (2019). Estrategia Nacional de Ciberseguridad de la República Argentina.

<https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/infoleg/res829-01.pdf>

Gobierno de Argentina. (n.d.). Plan de Modernización Portuaria.

<https://www.argentina.gob.ar/transporte/puertos/plan-de-modernizacion-de-puertos>

Gobierno de México. (2020). Estructura empresarial del transporte terrestre. Secretaría de Comunicaciones y Transporte.

Gómez Gélvez, J., Mojica, C., Kaul, V., & Isla, L. (2016). La incorporación de los vehículos eléctricos en América Latina. Banco Interamericano de Desarrollo.

<https://publications.iadb.org/es/publicacion/17165/la-incorporacion-de-los-vehiculos-electricos-en-america-latina>

Gordillo, F., Sosa, M., & Benitez, J. P. (2019). Interoperabilidad en los sistemas de recaudo para transporte público en América Latina y el Caribe: Caso de estudio: recaudo electrónico en Paraguay. Banco Interamericano de Desarrollo.

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18235/0001813>

Government Office for Science, & United Kingdom, G. (2019). A time of unprecedented change in the transport system.

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/780868/future_of_mobility_final.pdf

Government Office for Science, United Kingdom. (2017). Future of mobility Collection.

<https://www.gov.uk/government/collections/future-of-mobility>

Gouvernement of Jamaica. (2015). National Cyber Security Strategy.

Gouvernement of Jamaica. (2007). National Transport Policy.

<http://94.23.80.242/-aec/ivia/Nation Transport Policy 2007.pdf>



REFERENCIAS

Gutiérrez, J., Benítez, C., García, J. C., Romanillos Arroyo, G., Rubinstein, E., Leaño, J. M., Ribeiro, K. M., Scholl, L., Moya Gómez, B., & Condeço Melhorado, A. (2020). Cómo aplicar Big Data en la planificación del transporte: El uso de datos de GPS en el análisis de la movilidad urbana. Banco Interamericano de Desarrollo.

<https://doi.org/10.18235/0002487>

Gutiérrez, J., Benítez, C., Leaño, J. M., García Palomares, J. C., Condeço Melhorado, A., Mojica, C., Scholl, L., Adler, V., Vera, F., Moya Gómez, B., & Romanillos Arroyo, G. (2019). Cómo aplicar Big Data en la planificación del transporte urbano: El uso de datos de telefonía móvil en el análisis de la movilidad. Banco Interamericano de Desarrollo.

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18235/0002009>

Gutiérrez, M. C., Pérez, D., & Riobó, A. (2019). Vehículos autónomos: Potencial y riesgos para América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo.

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18235/0001686>

Hamburg Port Authority. (n.d.). Digitalization as added value. Retrieved March 16, 2022, from

<https://www.hamburg-port-authority.de/de/tochtergesellschaften/flotte-hamburg/digitalisierung>

HEAT. (n.d.). Renewable Mobile. Retrieved February 9, 2022, from

<https://www.erneuerbar-mobil.de/projekte/heat>

Hitachi Vantara. (2018). Improve Airport, Port Safety with Hitachi Smart Spaces and Video Intelligence.

<https://www.hitachivantara.com/en-us/pdf/solution-profile/improve-airport-port-safety-with-smart-spaces-video-intelligence-solution-profile.pdf>

HM Treasury. (2020). National Infrastructure Strategy - Fairer, faster, greener - November 2020.

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/938539/NIS_Report_Web_Accessible.pdf

Hollnagel, J., & Fook, A. (2019). The Future of Fare Media in Automated Fare Collection Systems for Urban Mobility in the Latin America and Caribbean Region. Banco Interamericano de Desarrollo.

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18235/0001915>

Homeland Security, Department of Transportation, U., & United states, F. G. (2015). Transportation Systems Sector-Specific Plan.

<https://www.cisa.gov/sites/default/files/publications/nipp-ssp-transportation-systems-2015-508.pdf>





REFERENCIAS

IATA & ACI. (2020). The NEXTT Vision in a post-COVID-19 World.

<https://www.iata.org/contentassets/bf24e4583c4f4e6398e3ec0b9f6335ed/nextt-vision-post-covid-19-world-1.pdf>

IATA. (2022). One Record.

<https://www.iata.org/en/programs/cargo/e/one-record/>

ICT Task Force, & Jamaica, G. of. (2009). Information and Communications Technology Sector Plan.

<https://www.mset.gov.jm/wp-content/uploads/2019/09/ICT-Sector-Plan-Complete.pdf>

IMO. (2017). Guidelines on Cyber Risk Mangement (Issue MSC-FAL 1/Circ.3).

[https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Security/Documents/MSC-FAL.1-Circ.3 - Guidelines On Maritime Cyber Risk Management \(Secretariat\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Security/Documents/MSC-FAL.1-Circ.3 - Guidelines On Maritime Cyber Risk Management (Secretariat).pdf)

Infrastructure Investment and Jobs Act, H.R.3684, (2021) (testimony of 117th Congress).

<https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/3684/text>

Inria. (n.d.). Inria, an ecosystem. Retrieved March 15, 2022, from

<https://www.inria.fr/en/inria-ecosystem>

Instituto Argentino del Transporte, & Argentina, G. de la R. (2015). Plan federal estratégico de movilidad y transporte. Área de Planificación.

<https://docplayer.es/25175254-Plan-federal-estrategico-de-movilidad-y-transporte.html>

Instituto Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre, MobiliseYourCity, & SYSTRA. (2019). Plan de Movilidad Urbana Sostenible del Gran Santo Domingo.

www.MobiliseYourCity.net

Intel. (2020). Paving the way forward. Intelligent Road Infrastructure.

<https://www.intel.ca/content/www/ca/en/internet-of-things/transportation-road-infrastructure-ebook.html>

Intelligent Transport. (2016). How TfL uses 'big data' to plan transport services.

<https://www.intelligenttransport.com/transport-articles/19635/tfl-big-data-transport-services/#:~:text=We are therefore using big,quicker and more comfortable journey>

Intelligent Transport. (2018). Securing the future of public transport with new technology.

<https://www.intelligenttransport.com/transport-articles/69174/securing-the-future-of-public-transport-with-new-technology/>



REFERENCIAS

Intelligent Transportation Systems Joint Program Office. (2020). Strategic Plan 2020-2025.

https://www.its.dot.gov/stratplan2020/ITSJPO_StrategicPlan_2020-2025.pdf

Isla, L., Singla, M., Rodriguez Porcel, M., & Granada, I. (2019). Análisis de tecnología, industria, y mercado para vehículos eléctricos en América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo.

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18235/0001638>

ITF. (2018). Safer Roads with Automated Vehicles? ITF/OECD.

<https://www.itf-oecd.org/safer-roads-automated-vehicles-0>

Jamaica Customs Agency. (2020). Jamaica customs inches closer to full digitisation with new electronic processes.

<https://jacustoms.gov.jm/article/jamaica-customs-inches-closer-full-digitisation-new-electronic-processes>

Jefatura de Gabinete de Ministros, & Argentina, G. de la R. (2021). Memoria detallada del estado de la Nación.

https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/memoria_detallada_del_estado_de_la_nacion_2021.pdf

Jeon, H., Lee, J., & Sohn, K. (2018). Artificial intelligence for traffic signal control based solely on video 153 images. Journal of Intelligent Transportation Systems: Technology, Planning, and Operations.

<https://doi.org/10.1080/15472450.2017.1394192>

Junta Aviación Civil, & República Dominicana, G. de la. (n.d.). Plan Estratégico Institucional 2021-2024.

<https://www.jac.gob.do/transparencia/index.php/plan-estrategico-institucional/planeacion-estrategica?download=1537:plan-estrategico-2021-2024>

Junta de Aeronáutica Civil, & Chile, G. de. (2018). Programa Nacional de Facilitación del Transporte Aéreo Internacional (PNFTA).

<http://www.jac.gob.cl/facilitacion-aeroportuaria/programa-nacional-de-facilitacion-aeroportuaria-2/>

Junta de Aeronáutica Civil, Chile, G. de, & FDC Consultores. (2020). Plan Estratégico del Transporte Aéreo.

<https://drive.google.com/file/d/1fSgAHINVM2QUWpxRZOhZ0-8D77k7Plk-/view>





K

KAIA. (2019). Introduction of smart city regulatory sandbox activation project.
<https://smartcity.kaia.re.kr/smartcity/sandbox/sandBoxInit.do>

Katz, R., Duarte, M. C., Callorda, F., Durán, D. E., & Meisl, C. (2018). Observatorio de la economía digital de Colombia. Ministerio TIC & Cámara de Comercio de Bogotá.
<https://bibliotecadigital.ccb.org.co/handle/11520/22589>

Kenco Logistics. (2021). Kenco Logistics Survey Reveals Supply Chain Professionals Willing to Invest in Innovation.
<https://www.foodlogistics.com/transportation/automation/news/21330898/kenco-logistic-services-kenco-logistics-survey-reveals-supply-chain-professionals-willing-to-invest-in-innovation>

Kenneally, J., Mulqueen, K., & Wai, J. (2014). Government Cloud Computing: Planning for Innovation and Value. INTEL Corporation.
<https://www.intel.com/content/dam/www/public/us/en/documents/white-papers/cloud-computing-government-paper.pdf>

Kim, K., Ghimire, J., Pant, P., & Yamashita, E. (2021). Bikeshare and safety: risk assessment and management. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 9(100276).
<https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100276>

Korea, G. of the R. of, & Presidential Committee for the 4th Industrial Revolution. (2017). "Plan for the Fourth Industrial Revolution" to Promote Innovative Growth.

Korea, G. of the R. of. (2019). National Cybersecurity Basic Plan (관계부처 합동)

Korea, G. of the R. of. (2021). Korean New Deal 2.0.
<https://www.msit.go.kr/eng/bbs/view.do?sCode=eng&mId=10&mPid=9&pageIndex=&bbsSeqNo=46&nttSeqNo=15&searchOpt=ALL&searchTxt=>

L

Law No. 2019-1428 of December 24, 2019 on the orientation of mobility, (2019) (testimony of Government of France).
<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000039666574/>

LexisNexis PatentSight. (2020). Number of active automotive patent families owned by the leading automobile manufacturers worldwide from 2000 to October 2020.
<https://www.statista.com/statistics/1178549/number-of-patents-owned-by-the-top-automobile-manufacturers/>

LFV. (2019). LFV and Örnköldsvik Airport are developing the airports of the future.
<https://www.lfv.se/en/news/news-2019/lfv-and-ornskoldsvik-airport-are-developing-the-airports-of-the-future>



REFERENCIAS

Lilium. (2021). Lilium holds Capital Markets Day, announces plan for \$1 billion commercial deal & strategic alliance with leading Brazilian airline Azul and the appointment of new board members following business combination with Qell.
<https://lilium.com/newsroom-detail/capital-markets-day-planned-1-billion-commercial-deal-with-brazilian-airline-azul-appointment-of-new-board-members>

London Cycling Campaign. (2020). Micromobility and active travel in the UK.
<https://www.london.gov.uk/about-us/londonassembly/meetings/documents/s82223/Appendix 2 - Micromobility and Active Travel in the UK.pdf>

Lufthansa. (2021). Smart Bags.
<https://www.lufthansa.com/ao/pt/smart-bags>

MACH. (2019). How Europe's busiest port is helping make autonomous ships a reality. Technology.
<https://www.nbcnews.com/mach/science/how-europe-s-busiest-port-helping-make-autonomous-ships-reality-ncna978041>

Manners-Bell, J. (2019). Future of Logistics. Banco Interamericano de Desarrollo.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18235/0001729>

Mass Transit. (2020). New York MTA announces new real-time bus ridership tracker on web and app.
<https://www.masstransitmag.com/technology/miscellaneous/press-release/21147205/mta-new-york-city-transit-new-york-mta-announces-new-realtime-bus-ridership-tracker-on-web-and-app>

McKinsey. (2018). Distraction or disruption? Autonomous trucks gain ground in US logistics. Travel, Logistics & Infrastructure.
<https://www.mckinsey.com/industries/travel-logistics-and-infrastructure/our-insights/distraction-or-disruption-autonomous-trucks-gain-ground-in-us-logistics>

McKinsey. (2020a). Improving warehouse operations—digitally. Operations.
<https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/improving-warehouse-operations-digitally>

McKinsey. (2020b). McKinsey: last mile is venture capital's favourite.
<http://www.citylogistics.info/business/mckinsey-last-mile-is-venture-capitals-favourite/>

Microsoft. (2019). Antwerp deploys bespoke mobility platform, reducing congestion and nearing sustainable mobility solutions.
<https://customers.microsoft.com/en-gb/story/750114-cityofantwerp-government-azure>





REFERENCIAS

Microsoft. (2020). Microsoft Customer Story-Metro Vancouver transportation authority improves bus departure estimates by 74 percent with Azure Machine Learning.

<https://customers.microsoft.com/en-au/story/768972-translink-travel-and-transportation-azure>

Ministério da Ciência Tecnologia e Inovações &, & Secretaria de Empreendedorismo e Inovação. (2022). Plano de ação de ct&i para tecnologias convergentes e habilitadoras.

<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/aviso-de-consulta-publica-n-1/detap/mcti/sempi/2022-376964585>

Ministério Da Ciência Tecnologia Inovações E Comunicações. (2016). Estratégia Nacional De Ciência, Tecnologia E Inovação 2016-2022.

http://www.finep.gov.br/images/a-finep/Politica/16_03_2018_Estrategia_Nacional_de_Ciencia_Tecnologia_e_Inovacao_2016_2022.pdf

Ministério da Ciência, T. e I. Tecnologia e Inovações, & Brasil, G. F. (2021). Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial.

<https://www.gov.br/governodigital/pt-br/estrategias-e-politicas-digitais/estrategia-brasileira-de-inteligencia-artificial>

Ministério da Economía, & Brasil, G. F. (2020). Estratégia de Governo Digital 2020-2022.

<https://www.gov.br/governodigital/pt-br/EGD2020>

Ministério da Infraestrutura, & Brasil, G. F. (2018). Política Nacional de Transportes. Governo Federal.

<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/politica-e-planejamento/politica-e-planejamento/pnt>

Ministério da Infraestrutura. (2021). Instrumento dinâmico de planejamento de transportes (PNL) 2035.

https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/politica-e-planejamento/copy_of_planejamento-de-transportes/pnl-2035

Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, & España, G. de. (2018). Plan Nacional 5G.

<https://advancedigital.mineco.gob.es/5g/paginas/medidas-5g.aspx>

Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, & España, G. de. (2020). Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial.

https://portal.mineco.gob.es/RecursosArticulo/mineco/ministerio/ficheros/201202_ENIA_V1_0.pdf



REFERENCIAS

Ministerio de Ciencia, I. T. y T., & Costa Rica, G. de. (2015). Plan Nacional de Desarrollo de las Telecomunicaciones | MICITT.

<https://www.micitt.go.cr/plan-nacional-desarrollo-las-telecomunicaciones>

Ministerio de Ciencia, T. C. e I., & Chile, G. de. (2020). Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

<https://www.minciencia.gob.cl/politicactci/>

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones, & Costa Rica, G. de. (2017). Estrategia Nacional de Ciberseguridad Costa Rica.

<https://www.micitt.go.cr/sites/default/files/estrategia-nacional-de-ciberseguridad-costa-rica-19-10-17.pdf>

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones, & Costa Rica, G. de. (2021). Ruta 5G El camino de Costa Rica hacia las redes IMT-2020 2.

https://www.micitt.go.cr/sites/default/files/la_ruta_5g_el_camino_de_costa_rica_hacia_las_redes_imt-2020_v10_1.pdf

Ministerio de Desarrollo Productivo. (2021). Plan de Desarrollo Productivo Argentina 4.0. Gobierno de Argentina.

https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/plan_de_desarrollo_productivo_argentina_4.0.vf__1.pdf

Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo (2012). Ley 1-12 Estrategia Nacional de Desarrollo 2030.

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm

Ministerio de Economía Planificación y Desarrollo, República Dominicana, G. de la, & Banco Interamericano de Desarrollo. (2020). Plan Nacional de Infraestructura de República Dominicana 2020-2030.

<https://mepyd.gob.do/wp-content/uploads/drive/DIGEDES/Publicaciones/Plan Nacional de Infraestructura.pdf>

Ministerio de Economía y Finanzas, & Panamá, G. de. (2019). Plan Estratégico de Gobierno 2019-2024.

<https://observatorioplanificacion.cepal.org/sites/default/files/plan/files/PEG 2020-2024 Panamá.pdf>

Ministerio de Energía de Chile. (2021). Ministro de Energía Juan Carlos Jobet: Ministerio de Energía y Nuevo Pudahuel lanzan plan para incorporar hidrógeno en el aeropuerto de Santiago.

<https://energia.gob.cl/noticias/nacional/ministro-de-energia-juan-carlos-jobet-ministerio-de-energia-y-nuevo-pudahuel-lanzan-plan-para-incorporar-hidrogeno-en-el-aeropuerto-de-santiago>



REFERENCIAS

Ministerio de Energía de Colombia. (2021). Hoja de ruta del hidrógeno en Colombia. https://www.minenergia.gov.co/documents/10192/24309272/Hoja+Ruta+Hidrogeno+Colombia_2810.pdf

Ministerio de la Presidencia, R. con las C. y M. D., España, G. (2019). Estrategia Nacional de Ciberseguridad. <https://www.dsn.gob.es/es/documento/estrategia-nacional-ciberseguridad-2019>

Ministerio de la Secretaría General de la Presidencia, & Chile, G. de. (2019). Ley de Transformación Digital del Estado. <https://digital.gob.cl/transformacion-digital/ley-de-transformacion-digital/>

Ministerio de Obras Públicas y Transportes, & Costa Rica, G. de. (2011). Plan Nacional Transportes 2011-2035. https://www.mopt.go.cr/wps/portal/Home/informacionrelevante/planificacion/plan-Transportes/pnt/!ut/p/zO/04_Sj9CPykssy0xPLMnMz0vMAfljo8ziPQPcDQy9TQx8_MO8TAwcfz8jANCHQ2cfQz1C7ldFQG41q4R/

Ministerio de Obras Públicas y Transportes, & Costa Rica, G. de. (2020). Plan Estratégico Sectorial de Infraestructura y Transporte 2019-2024, Versión 2. <https://www.mopt.go.cr/wps/wcm/connect/7e0073d1-1362-4ab1-b9ea-eaad500d5177/Plan+Estrategico+Sectorial+2019+2024.pdf?MOD=AJPERES>

Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Arcadis, & Costa Rica, G. de. (2019). Plan Maestro Portuario Del Litoral Pacífico. <https://www.incop.go.cr/wp-content/uploads/2020/01/PRESI/PLAN%20MAESTRO%20PORTUARIO%20DEL%20LITORAL%20PAC%3%8DFICO%20-%20D10001514.pdf>

Ministerio de Obras Públicas, & Chile, G. de. (2020). Plan Mejores Obras para Chile 2050 - Plan Nacional de Infraestructura para la Movilidad (2020-2050). https://www.infraestructurapublica.cl/wp-content/uploads/2022/02/Plan_Mejores_Obras_para_Chile_2050.pdf

Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica, & Costa Rica, G. de. (2019a). Plan Nacional de Desarrollo e Inversión Pública. <https://sites.google.com/expedientesmideplan.go.cr/pndip-2019-2022/documentos?authuser=0>

Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica, & Costa Rica, G. de. (2019b). Costa Rica POST 2030: Principales retos al 2050. <https://www.mideplan.go.cr/node/1640>



REFERENCIAS

Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica, & Costa Rica, G. de. (2021). Estrategia Económica Territorial para una Economía Inclusiva y Descarbonizada 2020-2050 en Costa Rica.

<https://www.mideplan.go.cr/estrategia-economica-territorial-para-una-economia-inclusiva-y-descarbonizada-2020-2050-en-costa>

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Ministerio de Defensa Nacional, Dirección Nacional de Inteligencia, & Departamento Nacional de Planeación. (2016). Política Nacional de Seguridad Digital (Documento CONPES 3854).

Ministerio de Transporte, & Colombia, G. de. (2015). Plan Maestro de Transporte Intermodal (PMTI). Gobierno de Colombia.

<https://www.infraestructura.org.co/nuevapagweb/descargas/PMTI.pdf>

Ministerio de Transporte, & Colombia, G. de. (2018). Planes Institucionales de Capacitación y Bienestar.

<https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/5804/planes-institucionales-de-capacitacion-y-bienestar/>

Ministerio de Transporte, & Colombia, G. de. (2022). Plan de Datos Abiertos.

<https://www.mintransporte.gov.co/documentos/480/otros-planes/>

Ministerio de Transporte, A., Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, & Presidencia de la Nación, A. (2017). Plan de Acción Nacional de Transporte y Cambio Climático. Gobierno de Argentina.

https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/plan_de_accion_nacional_de_transporte_y_cc_1.pdf

Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, & Chile, G. de. (2013). Política Nacional de Transportes.

<https://www.mtt.gob.cl/politica-nacional-de-transportes.html>

Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, & Chile, G. de. (2021). Presentamos plan de digitalización del transporte que permite que taxis operen con medios tecnológicos para el cobro de tarifa | Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones.

<https://www.mtt.gob.cl/archivos/27620>

Ministerio de Transportes, & Colombia, G. de. (2018). Plan Nacional de Vías para la Integración Regional.

<https://www.mintransporte.gov.co/documentos/3/documentos-del-ministerio/genPag=6&genPagDocs=9>



REFERENCIAS

Ministerio de Transportes, M. y A. U. (n.d.). Consejo Asesor del MITMA. Retrieved March 16, 2022, from

<https://www.mitma.gob.es/el-ministerio/consejo-asesor-del-MITMA>

Ministerio de Transportes, M. y A. U., & España, G. de. (2018a). Plan de innovación para el transporte y las infraestructuras | Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

<https://www.mitma.gob.es/el-ministerio/planes-estrategicos/plan-innova>

Ministerio de Transportes, M. y A. U., & España, G. de. (2018b). Plan Estratégico para el Sector Civil de Drones en España 2018-2021.

<https://www.mitma.gob.es/el-ministerio/planes-estrategicos/drones-espania-2018-2021#:~:text=profesionales%20del%20sector-,Plan%20Estrat%C3%A9gico%20para%20el%20desarrollo%20del%20sector%20civil%20de%20los,un%20alto%20potencial%20de%20crecimiento>

Ministerio de Transportes, M. y A. U., & España, G. de. (2020). Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030.

<https://esmovilidad.mitma.es/ejes-estrategicos>

Ministerio de Transportes, M. y A. U., & España, G. de. (n.d.). Premios Matilde Ucelay por la igualdad entre hombres y mujeres y propuesta de premio María Bernaldo de Quirós . Retrieved March 15, 2022, from

<https://esmovilidad.mitma.es/noticias/premios-matilde-ucelay-por-la-igualdad-entre-hombres-y-mujeres>

Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos, & Costa Rica, G. de. (2018). Política Nacional de Desarrollo Urbano 2018-2030 y su Plan de Acción .

http://www.mivah.go.cr/Biblioteca_Politicas_Politica_y_Plan_Nacional_Desarrollo_Urbano.shtml

Ministério dos Transportes Portos e Aviação Civil. (2018). Plano Aeroviário Nacional 2018-2038.

https://issuu.com/mintransportes/docs/pan2018_ebook

Ministro de Ciencia, T. C. e I., & Chile, G. de. (2021). Política Nacional de Inteligencia Artificial.

<https://minciencia.gob.cl/areas-de-trabajo/inteligencia-artificial/politica-nacional-de-inteligencia-artificial/>

Ministry Economy, F. and the R., & France, G. of. (2021). Cybersecurity Acceleration Strategy.

<https://www.entreprises.gouv.fr/fr/strategies-d-acceleration/strategie-d-acceleration-cybersecurite>



REFERENCIAS

Ministry for Economic Affairs, & Germany, F. G. (2017). Maritime Agenda 2025. The future of Germany as a maritime industry hub.

www.bmwi.de

Ministry for Economic Affairs, F., & Germany, F. G. (2016). Aviation Strategy of the Federal German Government.

www.bmwi.de

Ministry for the Ecological Transition, & France, G. of. (2021). Accelerating the new mobility revolution.

Ministry for the Ecological Transition, Deputy Ministry for Transportation, F., Ministry of Transports, F., & France, G. of. (2019). National Air Transport Strategy 2025.

https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Strategie_TA.pdf

Ministry for the Ecological Transition. (2021). The organization of mobility in France. France, Gouvernement of France.

<https://www.ecologie.gouv.fr/lorganisation-mobilite-en-france>

Ministry of Infrastructure and Water Management, & Netherlands, G. of. (2020, March 30). Draft Port Note 2020-2030 | Report | Rijksoverheid.nl.

<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2020/03/30/bijlage-1-ontwerp-havennota-2020-2030>

Ministry of Land Infrastructure and Transport, & Korea, G. of the R. of. (2019). Road Technology Development Strategy Plan.

http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?lcmspage=24&id=95082928

Ministry of Land Infrastructure and Transport, & Korea, G. of the R. of. (2020). Korean Urban Air Traffic (K-UAM) Roadmap.

<http://m.molit.go.kr/viewer/skin/doc.html?fn=cf8bdeec849bbb80659e6276d-2898cb3&rs=/viewer/result/20200604>

Ministry of Land, I. and T., & Korea, G. of the R. of. (2017). Internet of Things/Big Data/Drone Smart Technology to Improve Rail Safety.

http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?lcmspage=1&id=95080231

Ministry of Land, I. and T., & Korea, G. of the R. of. (2019). 5th Comprehensive National Territorial Plan (2020-2040).

<https://smartcity.go.kr/en/2019/11/20/%EA%B5%AD%ED%86%A0%EB%B6%80-%EC%8A%A4%EB%A7%88%ED%8A%B8-%EA%B5%AD%ED%86%A0-%E3%80%8C%EC%A0%9C5%EC%B0%A8-%EA%B5%AD%ED%86%A0%EC%A2%85-%ED%95%A9%EA%B3%84%ED%9A%8D%EC%95%882020-2040%E3%80%8D-3/>



REFERENCIAS

Ministry of Land, I. and T., & Korea, G. of the R. of. (2020). 3rd Aviation Policy Basic Plan (2020-2024).

[http://www.xn--ob0b08zh2ddjv8thva87bhzcg48a34j.com/upload/\(%EC%B5%9C%EC%A2%85\)_%EC%A0%9C3%EC%B0%A8_%ED%95%AD%EA%B3%B5%EC%A0%95%EC%B1%85%EA%B8%B0%EB%B3%B8%EA%B3%84%ED%9A%8D\(2020_2024\)_%EC%B5%9C%EC%A2%85.pdf](http://www.xn--ob0b08zh2ddjv8thva87bhzcg48a34j.com/upload/(%EC%B5%9C%EC%A2%85)_%EC%A0%9C3%EC%B0%A8_%ED%95%AD%EA%B3%B5%EC%A0%95%EC%B1%85%EA%B8%B0%EB%B3%B8%EA%B3%84%ED%9A%8D(2020_2024)_%EC%B5%9C%EC%A2%85.pdf)

Ministry of Land, I. and T., Ministry of Oceans and Fisheries, & Korea, G. of the R. of. (2021). National Logistics Master Plan 2021-2030.

<http://125.61.91.238:8080/SynapDocViewServer/viewer/doc.html?key=-000000007f2a25c7017f8915dfd80edf&convType=html&convLocale=ko&context-Path=/SynapDocViewServer/>

Ministry of National Security, & Jamaica, G. of. (2018). Homepage - Jamaica Eye.

<https://jamaicaeye.gov.jm/>

Ministry of Oceans and Fisheries, & Korea, G. of the R. of. (2020). 2030 Port Policy and Implementation Strategy.

<https://www.mof.go.kr/en/page.do?menuIdx=1489>

Ministry of Oceans and Fisheries, & Korea, G. of the R. of. (2021). Smart Shipping and Logistics Expansion Strategy.

https://www.moef.go.kr/com/synap/synapView.do;jsessionid=LqcV3CqhLFsG-C+GuJfmHNkR8.node20?atchFileId=ATCH_00000000017281&fileSn=4

Ministry of Science and ICT, & Korea, G. of the R. of. (2018). 6th National Informatization Master Plan for an Intelligent Information Society.

<https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=98&mPid=93&bbsSeqNo=78&nttSeqNo=1329418>

Ministry of Science and ICT, & Korea, G. of. (2019). National Strategy for Artificial Intelligence. In 2019.

<https://www.msit.go.kr/eng/bbs/view.do?sCode=eng&mId=10&mPid=9&pageIndex=&bbsSeqNo=46&nttSeqNo=9&searchOpt=ALL&searchTxt=>

Minnesota Department of Transportation. (2022). MnCMAT2 Training Videos and Tutorials - State Aid for Local Transportation - MnDOT.

<https://www.dot.state.mn.us/stateaid/mncmat2-training.html>

MinTic. (2019a). Plan 5G Colombia.

https://mintic.gov.co/micrositios/plan_5g/764/articles-162230_recurso_1.pdf



REFERENCIAS

MinTic. (2019b). Plan Maestro Nacional de Sistemas Inteligentes para la Infraestructura, el Tránsito y el Transporte (en preparación).

https://www.metropol.gov.co/Documentos_SalaPrensa/Conversatorio-Ciudad_Metropoli_Inteligente-Ministerio-TIC.pdf

MinTic. (2020). Plan Estratégico de Tecnologías de la Información 2020-2023.

https://www.intep.edu.co/Es/Usuarios/Institucional/IT/2021_1/PETI_INTEP_V1_2019.pdf

Mintransporte, & Colombia, G. de. (2021). Plan de Seguridad y Privacidad de la Información.

<https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/9395/plan-de-seguridad-y-privacidad-de-la-informacion/>

MinTransporte. (2015). Plan Maestro Fluvial de Colombia 2015.

<https://plc.mintransporte.gov.co/Portals/0/Documentos/PLAN%20MAESTRO%20FLUVIAL%20-%20MINTRANSPORTE.pdf?ver=2020-06-09-165943-830>

MinTransporte. (2016). Plan Vial Regional - PVR.

<https://mintransporte.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=d-74d29d0484243bfbbcaf68ade9af521>

Moliné Rodríguez, C. (2019). Hacia una Ley de Ciberseguridad para la República Dominicana. Gaceta Judicial, 23(385).

https://transparencia.indotel.gob.do/media/144283/articulo_moline.pdf

MPA Singapore. (2019). Development of Tuas Next-Generation Port Phase 2 begins. MPA News Releases.

<https://www.mpa.gov.sg/web/portal/home/media-centre/news-releases/mpa-news-releases/detail/a2860498-ff4f-4e9c-88ac-139653ae7541>

NACTO. (2020). Share Micromobility in the US: 2019.

<https://nacto.org/shared-micromobility-2019/#:~:text=In 2019%2C people took 40,a 45%25 increase from 2018>

National Conference for Logistics, france. (2017). Framework Document For a National Strategy « France Logistique 2025 ».

<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/France%20Logistique%202025%20-%20Document-cadre-%20janvier%202017%20rev.pdf>

National Economic Council, Office of Science and Technology Policy, & United States, F. G. (2015). A Strategy for American Innovation.





REFERENCIAS

National Industry Council, F., France, G. of, & General Directorate of Businesses. (2018). Strategic contract for the automotive sector 2018-2022.

<https://pfa-auto.fr/wp-content/uploads/2018/09/DP-SCF-Automobile.pdf>

National Security Office, & Korea, G. of the R. of. (2019). National Cybersecurity Strategy.

https://www.itu.int/en/ITU-D/Cybersecurity/Documents/National_Strategies_Repository/National%20Cybersecurity%20Strategy_South%20Korea.pdf

Nationale plattform zukunft der mobilität. (2021). 14th meeting of the NPM Steering Committee: The Steering Committee draws a positive balance of the NPM .

<https://www.plattform-zukunft-mobilitaet.de/en/news/14th-meeting-of-the-npm-steering-committee-the-steering-committee-draws-a-positive-balance-of-the-npm/>

Navas, C., & Mix, R. (2021a). Ciclo de Charlas: Movilidad Autónoma y el Futuro del Transporte. Banco Interamericano de Desarrollo.

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18235/0003757>

Navas, C., & Mix, R. (2021b). Primer Piloto de Vehículo Autónomo en Latinoamérica.

<https://www.iadb.org/es/paises/piloto-vehiculo-autonomo>

Navas, C., Bueno Cadena, C., & Mix Vidal, R. (2021). La electromovilidad como estrategia para una nueva política de transporte público: el caso de Santiago de Chile. Banco Interamericano de Desarrollo.

<https://publications.iadb.org/es/la-electromovilidad-como-estrategia-para-una-nueva-politica-de-transporte-publico-el-caso-de>

NEC. (2018). 6 tecnologías que están revolucionando la experiencia de vuelo en los aeropuertos de todo el mundo.

https://mex.nec.com/es_MX/press/PR/20190221064809_28823.html

Netherlands Organization for Applied Scientific Research, de Mooij, B., van der Touw, A., van de Weijer, C., de Vries, C., Kuisch, E., Casteleijn, J., Dronkers, J. H., H. Sweers, J., van der Wel, J., Wiggers, J., van Gils, J., Kusters, L., Blom, M., Anten, N., & Delsing, P. (2013). Better informed on the road: Roadmap 2013 - 2023 : Main document. In Connekt, Delft.

<http://resolver.tudelft.nl/uuid:696b40aa-0f39-4979-9862-c377aa01b735>

Netherlands, G. of the. (2018). Work Program Maritime Strategy and Seaports 2018 - 2021 .

<https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/scheepvaart-en-havens/documenten/jaarplannen/2018/07/06/werkprogramma-maritieme-strategie-en-zeehavens-2018-2021>



REFERENCIAS

Netherlands, G. of the. (2021b). The Dutch Digitalisation Strategy 2021.

<https://www.nederlanddigitaal.nl/english>

Netherlands, G. of. (2015). Dutch Maritime Strategy 2015 - 2025.

<https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/scheepvaart-en-havens/nederlandse-maritieme-strategie-2015%E2%80%932025>

Netherlands, G. of. (2019). Outline Mobility to 2040 safe, robust, sustainable.

<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2019/06/07/schets-mobiliteit-naar-2040>

Netherlands, G. of. (2021a). Public Transport in 2040: Outlines of a vision for the future.

<https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/openbaar-transport>

NREL. (2021). Truck platooning.

<https://www.nrel.gov/transportation/fleettest-platooning.html>

OCDE/ITF. (2016). Data-Driven Transport Policy.

<https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/data-driven-transport-policy.pdf>

OCDE/ITF. (2018). Blockchain and Beyond: Encoding 21st Century Transport.

<https://www.itf-oecd.org/blockchain-and-beyond>

OCDE/ITF. (2020). Leveraging Digital Technology and Data for Human-Centric Smart Cities.

<https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/data-human-centric-cities-mobility-g20.pdf>

Office of the President, United states, F. G., & Biden, J. R. (2021). National Security Memorandum on Improving Cybersecurity for Critical Infrastructure Control Systems.

<https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/07/28/national-security-memorandum-on-improving-cybersecurity-for-critical-infrastructure-control-systems/>

Oficina Nacional de Prospectiva y Estrategia, España, G. de, & Ministerio de la Presidencia. (2021). España 2050: Fundamentos y propuestas para una Estrategia Nacional de Largo Plazo.

<https://www.espana2050.com/espana2050>

ONU-Habitat. (2018). Política Nacional Urbana Argentina. Presidencia de la Nación.

https://unhabitat.org/sites/default/files/2020/03/pnu_final_-_pagina_simple_dec-2019.pdf





REFERENCIAS

OPENSEA. (2017). How can the shipping industry take advantage of the blockchain technology?

<https://opensea.pro/blog/blockchain-for-shipping-industry>

Ordnance Survey, U. (2019). Ordnance Survey and Mobileye begin trials to map Britain's roadside infrastructure.

<https://www.ordnancesurvey.co.uk/newsroom/news/mobileye-roadside-infrastructure-trials>

Oviedo, D., Perez Jaramillo, D., & Nieto, M. (2021). Governance and Regulation of Ride-hailing Services in Emerging Markets: Challenges, Experiences and Implications. Banco Interamericano de Desarrollo.

<http://dx.doi.org/10.18235/0003579>

Oviedo, D., Scordia, Y., & Scholl, L. (2021). Ride-hailing and (dis)Advantage: Perspectives from Users and Non-users. Banco Interamericano de Desarrollo.

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18235/0003656>

Panamá, G. de la R. de, Autoridad Nacional para la Innovación Gubernamental, & Autoridad Nacional de Transparencia y Acceso a la Información. (2017). Plan de Acción Nacional de Datos Abiertos de Gobierno.

<https://www.antai.gob.pa/wp-content/uploads/2018/11/Plan-de-Acción-Nacional-de-Datos-Abiertos-de-Gobierno.pdf>

Pennsylvania DOT. (2020). Digital Delivery Directive 2025.

<https://www.penndot.pa.gov/ProjectAndPrograms/3D2025/Pages/default.aspx>

Pérez, D., Gutiérrez, M. C., & Mix Vidal, R. (2019). Electromovilidad: Panorama actual en América Latina y el Caribe: Versión infográfica. Banco Interamericano de Desarrollo.

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18235/0001654>

Placek, M. (2021). Latin America: largest container ports 2019, by volumen of cargo handled.

<https://www.statista.com/statistics/729938/leading-container-ports-latin-america/#:~:text=Latin America%3A largest container ports 2019%2C by volume of cargo handled&text=In 2019%2C the port of,3.9 million TEUs of cargo>

Port of Antwerp. (n.d.). Port of the future. Retrieved March 16, 2022, from

<https://www.portofantwerp.com/en/port-future>

Port of Los Angeles. (2020). Sitio web oficial.

<https://www.portoflosangeles.org>





REFERENCIAS

Port of Newcastle. (2020). Newcastle Multi-Purpose Deepwater Terminal.
<https://www.portofnewcastle.com.au/newcastle-container-terminal/>

Poveda, R., Cañete, S., & TecnoBram. (2019). Conceptos prácticos para la implementación de ITS en carreteras. Banco Interamericano de Desarrollo.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18235/0001851>

Presidência da República (2012). Ley no 12.587, de 3 de Janeiro de 2012.
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm

Presidencia del Gobierno, Ministerio de Industria, C. y T., & España, G. de. (2021). PERTE para el desarrollo del vehículo eléctrico y conectado | Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia Gobierno de España.
<https://planderecuperacion.gob.es/como-acceder-a-los-fondos/pertes/perte-del-vehiculo-electrico-y-conectado>

Programa de Vialidad y Transporte Urbano, Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, & Chile, G. de. (2021). Estrategia Nacional de Movilidad Sostenible (Ricardo Hurtubia, Rodrigo Henríquez, Alvaro Salas, José Villarroel, Ruben Triviño, Valeria Tapia, Gloria Fuentes, Andrea Palma, Pablo Juica, & María de los Angeles González (Eds.)).

Public Law 117-58. An act to authorize funds for Federal-aid highways, highway safety programs, and transit programs, and for other purposes., Pub. L. No. 23 USC 117 note (2021).
<https://www.congress.gov/117/plaws/publ58/PLAW-117publ58.pdf>

Puerto de Barcelona. (2020). Sitio web oficial.
http://www.portdebarcelona.cat/en/home_apb

Reader's Digest. (2017). Your Airport Wait Time Could Get WAY Shorter with This New Technology.
<https://www.rd.com/article/changi-airport-augmented-reality-glasses/>

Rendón, J. R., Hernández, E., & Del Río, H. (2020). Nueva generación de modelos de transporte a través del uso de big data: Caso San Salvador. Banco Interamericano de Desarrollo.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18235/0002130>

República Dominicana, G., Consejo Nacional de Competitividad, & Banco Interamericano de Desarrollo. (2020). Plan Nacional de Logística de Cargas.
<https://cnc.gob.do/phocadownload/Publicaciones/Estudios/PNLOG RD-VE-.pdf>





REFERENCIAS

República Dominicana, G. (2021). Plan de acción 2021-2024 de la Agenda Digital 2030. https://agendadigital.gob.do/wp-content/themes/agenda-digital/_documentos/Plan de Accion 2021-2030.pdf

República Dominicana, G. de la, Ceara, M., Isa, P., Cruz, A., Matías, D., Valera, Y., Feliciano, M., & Dotel, O. (2021). Plan Nacional Plurianual del sector público 2021-2024.

<https://mepyd.gob.do/plan-nacional-plurianual-del-sector-publico>

Reuters. (2021). Ground control out, remote control in at London City Airport.

<https://www.reuters.com/world/uk/ground-control-out-remote-control-london-city-airport-2021-04-29/>

Rockwell Collins. (2017). Self Bag Drop at Dublin International Airport.

<https://youtu.be/QzzFqzftk00>

Rodriguez, M., & Gordillo, F. (2018). Interoperabilidad en los sistemas de recaudo para transporte público en América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo.

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18235/0001391>

Rodríguez, P., Calatayud, A., & Riobó, A. (2021). Vehículos Autónomos y el Rol del Sector Público: Sandbox regulatorio: Guía para formuladores de política en América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo.

<https://publications.iadb.org/es/vehiculos-autonomos-y-el-rol-del-sector-publico-sandbox-regulatorio-guia-para-formuladores-de>

Rogers, E. M. (1995). Diffusion of innovations. 519.

Rotterdam Maritime Capital of Europe. (n.d.). Retrieved February 16, 2022, from

<https://www.rotterdammaritimecapital.com/map/port-and-logistics>

Rushton, A., Croucher, P., & Baker, P. (Eds.). (2010). Handbook of logistics and distribution management. ProQuest Ebook Central.

Sabogal-Cardona, O., Oviedo, D., Scholl, L., Crotte, A., & Bedoya-Maya, F. (2021). Not my usual trip: Ride-hailing characterization in Mexico City. *Travel Behaviour and Society*, 25, 233-245.

<https://doi.org/10.1016/J.TBS.2021.07.010>

SAE. (2021). Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles.

https://www.sae.org/standards/content/j3016_202104/





REFERENCIAS

Sagacious IP. (2021). Distribution of green patent filings worldwide as of 2020, by industry.

<https://www.statista.com/statistics/1240065/share-green-patent-filings-globally-by-industry/>

Sala, L., Wright, S., Cottrill, C., & Flores-Sola, E. (2021). Generating demand responsive bus routes from social network data analysis. *Transportation Research Part C*, 128(103194).

<https://doi.org/10.1016/j.trc.2021.103194>

Sánchez González, S., Bedoya-Maya, F., & Calatayud, A. (2021). Understanding the Effect of Traffic Congestion on Accidents Using Big Data. *Sustainability*, 13(13).

<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su13137500>

Schipol. (2021). Schiphol tests self-driving baggage tractor.

<https://news.schiphol.com/schiphol-tests-self-driving-baggage-tractor/>

Scholl, L., Bedoya-Maya, F., Sabogal-Cardona, O., & Oviedo, D. (2021). Making the Links between Ride-hailing and Public Transit Ridership: Impacts in Medium and Large Colombian Cities. Banco Interamericano de Desarrollo.

<https://publications.iadb.org/en/making-links-between-ride-hailing-and-public-transit-ridership-impacts-medium-and-large-colombian>

Secretaría General de Investigación, M. de C. e I., & España, G. de. (2021). Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2027.

<https://cpage.mpr.gob.es>

Secretariat General of the Sea, F. (2021). CIMer 2021 Press Release.

https://www.gouvernement.fr/sites/default/files/document/document/2021/01/dossier_de_presse_comite_interministeriel_de_la_mer_-_22.01.2021.pdf

SESAR 3 Joint Undertaking. (2017). SESAR Joint Undertaking | U-space.

<https://www.sesarju.eu/U-space>

Simple Flying. (2019). The World's First Airport With Completely Remote ATC Just Opened.

<https://simpleflying.com/worlds-first-remote-airport/>

SINAY. (2021). What Is a Digital Twin? Data/Artificial Intelligence.

<https://sinay.ai/en/what-is-a-digital-twin/>

SITA. (2019). 2025: Air Travel for a Digital Age.

<https://www.sita.aero/resources/White-papers/air-travel-for-a-digital-age/>



REFERENCIAS

SITA. (2020). The 4 pillars of digital transformation in air transport.

<https://www.sita.aero/pressroom/blog/the-4-pillars-of-digital-transformation-in-air-transport/>

Smart City Korea, & Korea, G. of the R. of. (2019). 3rd Smart City Comprehensive Plan.

<https://smartcity.go.kr/en/%ec%a0%95%ec%b1%85/%ec%8a%a4%eb%a7%88%ed%8a%b8-%eb%8f%84%ec%8b%9c%ea%b3%84%ed%9a%8d/%ea%b5%ad%ea%b0%80%ea%b3%84%ed%9a%8d/>

Smart City Korea, & Ministry of Land, I. and T. (2020). National pilot smart city .

<https://smartcity.go.kr/en/%EC%A0%95%EC%B1%85/%EC%A0%95%EC%B1%85%EC%82%AC%EC%97%85/%EA%B5%AD%EA%B0%80%EC%8B%9C%EB%B2%94%EB%8F%84%EC%8B%9C/>

Smart City Korea. (n.d.). Smart City Challenge. Retrieved March 16, 2022, from

<https://smartcity.go.kr/en/%ED%94%84%EB%A1%9C%EC%A0%9D%ED%8A%B8/%EC%8A%A4%EB%A7%88%ED%8A%B8-%EC%B1%8C%EB%A6%B0%EC%A7%80/%EC%8A%A4%EB%A7%88%ED%8A%B8%EC%8B%9C%ED%8B%B0-%EC-%B1%8C%EB%A6%B0%EC%A7%80/>

Sosa, J., Sacco, M., Buzarquis, E., Ríos, D., Suárez Pérez, J., & Scavone, M. del M. (2020). Guía para la estandarización de la movilidad eléctrica en Paraguay: Para vehículos terrestres. Banco Interamericano de Desarrollo.

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18235/0002889>

Statista. (2021). Market valuation of unicorns worldwide as of April 2021, by industry.

<https://www.statista.com/statistics/1093213/market-valuation-unicorns-worldwide-by-industry/>

STC International. (2020). Study digitalization in ports in the Latin American region.

https://www.rvo.nl/sites/default/files/2020/12/Digitization_in_ports_in_the_Latin_American_Region_2020.pdf

Subsecretaría de Transporte, & Gobierno de Chile. (2016). Revisión de Política Portuaria.

<http://www.logistica.mtt.cl/proyectos/6/revision-de-politica-portuaria>

Subsecretaría de Transportes, & Chile, G. de. (2014). Fondo de Modernización Portuaria.

<http://www.logistica.mtt.cl/proyectos/8/fondo-de-modernizacion-portuaria>

Subsecretaría de Transportes, & Chile, G. de. (2018). Política de Equidad de Género y Transporte.

<https://www.subtrans.gob.cl/programa/genero-y-transporte/politica-de-equidad-de-genero-y-transporte/>



REFERENCIAS

Subsecretaría de Transportes, & Chile, G. de. (2021). Plan Nacional de Accesibilidad Terrestre a Puertos.

<http://www.logistica.mtt.cl/proyectos/11/plan-nacional-de-accesibilidad-terestre-a-puertos>

Subsecretaría de Transportes, Ministerio de Economía, F. y T., & Chile, G. de. (2021). Plan Logística Colaborativa.

<http://www.logistica.mtt.cl/proyectos/12/plan-logistica-colaborativa>

Swiss. (2021). Home printed baggage tag & RIMOWA Electronic Tag.

<https://www.swiss.com/ch/pt/fly/check-in/baggage-tags>

Tembici. (2021). Sobre nosotros.

<https://www.tembici.com.br/sobre-nos/>

Texas A&M Transportation Institute. (2022). Electronic Toll Collection Systems. Traffic Managment.

<https://policy.tti.tamu.edu/strategy/electronic-toll-collection-systems/>

Tradelens. (2018). Tradelens: A journey from beta to production in one year.

<https://www.tradelens.com/post/tradelens-a-journey-from-beta-to-production-in-one-year>

Transport Committee. (2018). Mobility as a Service Eighth Report of Session 2017-19. UK Parliament.

<https://publications.parliament.uk/pa/cm201719/cmselect/cmtrans/590/full-report.html>

Transport Task Force, & Jamaica, G. of. (2009). Vision 2030 Jamaica - National Development Transport Sector plan 2009 - 2030.

http://Islandr.com/vision2030/wp-content/uploads/sites/4/2020/12/Microsoft-Word-Vision-2030-Jamaica-Final-Draft-Transport-Sector-Plan-_S....pdf

Tsiulin, S., Reinau, K. H., Hilmola, O.-P., Goryaev, N., & Karam, A. (2020). Blockchain-based applications in shipping and port management: a literature review towards defining key conceptual frameworks. Review of International Business and Strategy, 30(2), 2059-6014.

<https://doi.org/10.1108/RIBS-04-2019-0051>





REFERENCIAS



UK Cabinet Office. (2022). National Cyber Strategy 2022.

<https://www.gov.uk/government/publications/national-cyber-strategy-2022/national-cyber-security-strategy-2022>

UK, Gob of. (2020). The Electric Scooter Trials and Traffic Signs (Coronavirus) Regulations and General Directions 2020.

<https://www.legislation.gov.uk/uksi/2020/663/contents/made>

UK, Gob of. (2020). The Public Service Vehicles (Open Data) (England) Regulations 2020, (2020).

<https://www.legislation.gov.uk/ukdsi/2020/9780111196021/introduction>

UK Research and Innovation, & United Kingdom, G. (2021). UK Transport Vision 2050: investing in the future of mobility.

UK Research and Innovation. (2021). Future Flight Vision and Roadmap.

<https://www.ukri.org/our-work/our-main-funds/industrial-strategy-challenge-fund/future-of-mobility/future-flight-challenge/>

UNCTAD. (2009). Manual para la producción de estadísticas sobre la economía de la información.

https://unctad.org/system/files/official-document/sdteecb20072rev1_es.pdf

UNCTAD. (2018). 50 years of Review of Maritime Transport, 1968-2018: Reflecting on the past, exploring the future.

https://unctad.org/system/files/official-document/dtl2018d1_en.pdf

UNECE. (n.d.). Standards and metadata. United Nations Economic Commission for Europe. Retrieved March 16, 2022, from

<https://unece.org/statistics/standards-and-metadata>

UNIDO. (2020). In China, robot delivery vehicles deployed to help with COVID-19 emergency.

<https://www.unido.org/stories/china-robot-delivery-vehicles-deployed-help-covid-19-emergency>

United Airlines. (2021a). United Becomes Largest Airline to Invest in Zero-Emission Engines for Regional Aircraft.

<https://www.united.com/en/us/newsroom/announcements/united-becomes-largest-airline-to-invest-in-zero-emission-engines-for-regional-aircraft>



REFERENCIAS

United Airlines. (2021b). United to Work with Archer Aviation to Accelerate Production of Advanced, Short-Haul Electric Aircraft.

<https://www.united.com/en/us/newsroom/announcements/2021-02-10-united-to-work-with-archer-aviation-to-accelerate-production-of-advanced-short-haul-electric-aircraft/>

United Kingdom, G. (2019). Regulatory Horizons Council (RHC).

<https://www.gov.uk/government/groups/regulatory-horizons-council-rhc>

United States, F. G. (2018). National Cyber Strategy .

<https://trumpwhitehouse.archives.gov/wp-content/uploads/2018/09/National-Cyber-Strategy.pdf>

UPS. (2021a). UPS Flight Forward adds innovative new aircraft, enhancing capabilities and network sustainability.

<https://about.ups.com/be/en/newsroom/press-releases/innovation-driven/ups-flight-forward-adds-new-aircraft.html>

UPS. (2021b). UPS operates first ever U.S. drone COVID-19 vaccine delivery.

<https://about.ups.com/us/en/our-stories/innovation-driven/drone-covid-vaccine-deliveries.html>

USPS. (2017). Autonomous vehicles for postal service.

<https://www.uspsaig.gov/sites/default/files/document-library-files/2017/RARC-WP-18-001.pdf>

Vadillo, C., Carballo, G. P., González, E., Medina, S. N., Rello, E., & Vidal, F. (2021). Guía para la regulación de sistemas de monopatines y bicicletas sin anclaje compartidos para ciudades de América Latina (L. Montes, A. Crotte, & A. M. Zárate (Eds.)). Banco Interamericano de Desarrollo.

<https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Guia-para-la-regulacion-de-sistemas-de-monopatines-y-bicicletas-sin-anclaje-compartidos-para-ciudades-de-America-Latina.pdf>

Van Baalen, P., Zuidwijk, R., & Van Nunen, J. (2008). Port inter-organizational information systems: Capabilities to Service Global Supply Chains. Foundations and Trends in Technology, Information and Operations Management, 2(2-3), 81-241.

<https://doi.org/10.1561/02000000008>

Vandervalk, A., Cronin, B., & Thompson, C. (2020). Project No. 20-44(11) Report - National Cooperative Highway Research Program.





REFERENCIAS

Velco. (2018). 3 European cities with a successful maas service for intelligent and multi-modal mobility.

<https://velco.tech/en/3-european-cities-maas-service-mobility/vervoer/documenten/rapporten/2021/01/29/ontwikkelagenda-toekomstbeeld-ov>

Viatech. (2019). Eliminating Blind Spots on Buses & Coaches with ADAS and SVS.

<https://www.viatech.com/en/2019/08/eliminating-blind-spots-on-buses-coaches-and-trucks/>

Virginia DOT. (2020). 2020-2022 IT Strategic Plan Agency: 501 Department of Transportation (VDOT).

https://ctp.vita.virginia.gov/prosight/CTPReports/ITSP/ITSP_Questions.aspx?psItemID=19519&psItemName=501+VDOT+FY20-22+ITSP

Visa. (2020). Digital Payments for Urban Mobility: Helping Cities Become Greener and More Connected.

Voege, T. (2019). The Future of Transportation Services in Latin American and Caribbean Countries. Banco Interamericano de Desarrollo.

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18235/0001770>

WEF. (2014). Seven ways cities around the world are tackling traffic.

<https://www.weforum.org/agenda/2014/07/seven-ways-cities-around-world-tackling-traffic/>

WEF. (2017). Digital Transformation Initiative Aviation, Travel and Tourism Industry.

<https://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/wef-dti-aviation-travel-and-tourism-white-paper.pdf>

Wolford, B. (2022). What is GDPR, the EU's new data protection law? - GDPR.EU. Proton Technologies AG.

<https://gdpr.eu/what-is-gdpr>

World Bank Group. (2020). Accelerating digitalization: critical actions to strengthen the resilience of the maritime supply chain.

<https://doi.org/10.1596/35063>

WSJ. (2018a). How Robots and Drones Will Change Retail Forever.

<https://www.wsj.com/articles/how-robots-and-drones-will-change-retail-forever-1539604800>

WSJ. (2018b). Where are all the truck drivers? Shortage adds to delivery delays.

https://www.wsj.com/articles/truck-driver-shortage-supply-chain-issues-logistics-11635950481?mod=article_inline





REFERENCIAS

WSJ. (2020). The scramble for delivery robots is on and startups can barely keep up. <https://www.wsj.com/articles/the-scramble-for-delivery-robots-is-on-and-startups-can-barely-keep-up-11587787199>

Zhou, Z., Dou, W., Jia, G., Hu, C., Xu, X., Wu, X., & Pan, J. (2016). A method for real-time trajectory monitoring to improve taxi service using GPS big data. *Information & Management*, 53(8), 964-977. <https://doi.org/10.1016/j.im.2016.04.004>

Zijlstra, T., Durand, A., Hoogendoorn-Lanser, S., & Harms, L. (2020). Early adopters of Mobility-as-a-Service in the Netherlands. *Transport Policy*, 97, 197-209. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.07.019>

ZPMC. (2018). ZPMC announces smart port partnership. <https://www.zpmc.eu/latest/zpmc-announces-smart-port-partnership/>





Anexos



Anexo A. Encuesta a líderes del sector transporte

ANTECEDENTES

- El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) está realizando un estudio sobre el estado de la transformación digital del transporte en América Latina y el Caribe (ALC), que contendrá capítulos dedicados a los transportes aéreo, marítimo y terrestre (carretero).
- En este contexto, es clave contar con la perspectiva de los principales actores de los diversos subsectores, incluidos representantes de aerolíneas, administradores de infraestructura, fabricantes, operadores portuarios, empresas transportistas y sector público.
- Los resultados de la encuesta serán presentados en un grupo focal con actores del sector, para identificar el estado, las barreras, las oportunidades y los lineamientos que impulsen la transformación digital en el sector transporte de ALC, a través de la cooperación público-privada. Terminar esta encuesta no le tomará más de 10 minutos.
- El concepto aquí considerado de transformación digital se refiere al cambio de cultura institucional, modelo organizativo, métodos y procesos, que aprovecha las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) para que las organizaciones mejoren sus procesos y la propuesta de valor ofrecida a sus clientes o usuarios.

ENCUESTA

Objetivo:

- Analizar la situación de la transformación digital en los subsectores del transporte aéreo, marítimo y terrestre en ALC e identificar las principales áreas de colaboración público-privada para impulsar dicha transformación.

Encuestados:

- Alta dirección, preferiblemente vinculada a Tecnologías de Información (TI) e innovación, de organizaciones públicas y privadas que desempeñen actividades de transporte aéreo, marítimo y terrestre en ALC.



Encuesta

Transformación digital en el sector transporte de américa latina y el caribe

- 1 ▶ ¿Su organización es de carácter?**
 - ☐ Público
 - ☐ Privado

- 2 ▶ ¿En qué subsector de transporte se desempeña su organización principalmente?**
 - ☐ Aéreo
 - ☐ Marítimo
 - ☐ Terrestre

- 3 ▶ ¿Cuántos empleados tiene su organización?**
 - ☐ 1-50
 - ☐ 51-500
 - ☐ 501-1.000
 - ☐ Más de 1.000

- 4 ▶ ¿Cuál es su rol en la organización?**
 - ☐ Presidente
 - ☐ Vice-Presidente
 - ☐ Chief Information Officer (CIO) / Chief Technology Officer (CTO)
 - ☐ Gerente
 - ☐ Jefe de División
 - ☐ Otro. ¿Cuál?

- 5 ▶ ¿Hoy en día, cuánto considera usted que su organización ha avanzado en la transformación digital?**
 - ☐ Nada
 - ☐ Se está tomando consciencia
 - ☐ Ya se han desarrollado los primeros pilotos
 - ☐ Estamos en proceso de implementación con un plan establecido
 - ☐ Cuenta con una adopción avanzada

- 6 ▶ ¿Tiene su organización una estrategia de transformación digital?**
 - ☐ Sí
 - ☐ No



7 ► ¿En qué áreas su organización ha venido aplicando la transformación digital? Marque todas las que apliquen.

- ☐ Administrativa/Financiera
- ☐ Comercial/Mercadeo
- ☐ Legal
- ☐ Operacional/Producción
- ☐ Recursos humanos
- ☐ Cadenas de suministro/Logística
- ☐ Otra. ¿Cuál?

8 ► ¿Cómo percibe el avance de su organización en temas de transformación digital con respecto al promedio de su sector en América Latina y el Caribe?

- ☐ Muy rezagado
- ☐ Rezagado
- ☐ En el promedio
- ☐ Adelantado
- ☐ Muy adelantado

9 ► ¿Cómo percibe el avance de su organización en temas de transformación digital con respecto a países líderes a nivel mundial?

- ☐ Muy rezagado
- ☐ Rezagado
- ☐ En el promedio
- ☐ Adelantado
- ☐ Muy adelantado

10 ► ¿Cuáles son los objetivos de inversión para la transformación digital en su organización? Marque todas las que considere.

- ☐ Automatizar procesos
- ☐ Reducir costos
- ☐ Ganar presencia online
- ☐ Incursionar en otras industrias
- ☐ Adquirir fuentes adicionales de ingreso
- ☐ Ganar poder de marca
- ☐ Contribuir a los objetivos ambientales
- ☐ Mejorar la seguridad
- ☐ Otro. ¿Cual?



11 ► ¿Cuáles de las siguientes tecnologías viene usando en su organización? Marque todas las que considere.

- ☐ Omnicanalidad
- ☐ Cloud computing
- ☐ Data analytics/Big data
- ☐ Machine learning
- ☐ Internet of things/Sensores
- ☐ Inteligencia artificial aplicada
- ☐ Robotic Process Automation (RPA)
- ☐ Drones
- ☐ Building Information Modeling (BIM)
- ☐ Realidad aumentada/Realidad virtual
- ☐ Blockchain
- ☐ Impresión 3D/4D
- ☐ Vehículos autónomos
- ☐ Vehículos eléctricos
- ☐ Otro. ¿Cuál?

12 ► Considerando un horizonte de hasta tres (3) años, ¿la transformación digital deberá implementarse principalmente en qué áreas de su organización? Marque todas la que considere.

- ☐ Procesos internos de la organización
- ☐ Innovación en productos y servicios
- ☐ Relaciones con los clientes
- ☐ Nuevos modelos de negocios y flujo de ingresos
- ☐ Nuevos canales de distribución
- ☐ Gestión de talentos y recursos humanos
- ☐ Colaboración entre empresas/terceros
- ☐ Seguridad y protección
- ☐ Todos los anteriores
- ☐ Otro. ¿Cual?

13 ► Considerando un horizonte de hasta tres (3) años, ¿cuáles de las siguientes tecnologías considera que deberán ser implementadas en su organización? Marque todas las que considere.

- ☐ Omnicanalidad
- ☐ Cloud computing
- ☐ Data analytics/Big data
- ☐ Machine learning
- ☐ Internet of things/Sensores
- ☐ Inteligencia artificial aplicada
- ☐ Robotic Process Automation (RPA)



- ☐ Drones
- ☐ Building Information Modeling (BIM)
- ☐ Realidad aumentada/Realidad virtual
- ☐ Blockchain
- ☐ Impresión 3D/4D
- ☐ Vehículos autónomos
- ☐ Vehículos eléctricos
- ☐ Otro. ¿Cuál?

14 ► ¿Cuáles han sido los aspectos que más han contribuido positivamente al avance de la transformación digital en su organización? Marque todas las que considere.

- ☐ COVID-19
- ☐ Liderazgo de la alta dirección
- ☐ Cambio cultural
- ☐ Cambios en los clientes
- ☐ Cambios en el sector
- ☐ La competencia
- ☐ Asistencia a webinars
- ☐ Reducción de márgenes
- ☐ Asesores/consultores externos
- ☐ Otro. ¿Cual?

15 ► ¿Ha cuantificado el impacto de las inversiones que su organización ha hecho en la transformación digital?

- ☐ Sí
- ☐ No

16 ► En caso de que sí, ¿cuáles indicadores ha usado para medir el impacto de estas inversiones? Marque todas la que considere.

- ☐ Aumento o disminución de ingresos y costos
- ☐ Eficiencia en los procesos
- ☐ ROI (Retorno de la Inversión)
- ☐ Proyecciones de los proyectos
- ☐ Volumen de ventas online
- ☐ Número de transacciones y/o procesos digitales
- ☐ CAPEX, OPEX o EBITDA
- ☐ Medición de la satisfacción del cliente
- ☐ Margen de contribución
- ☐ Valor de negocio (Business Value)
- ☐ TIR (Tasa Interna de Retorno)
- ☐ Penetración de mercado
- ☐ Otro. ¿Cual?



- 17 ► ¿Qué restricciones/limitaciones ha encontrado para avanzar en la transformación digital de su organización? Marque todas la que considere.**
- () Costos de implementación
 - () Falta de cultura digital
 - () Desconocimiento
 - () Falta de capacidad financiera para inversión
 - () Falta de un modelo de negocio claro
 - () Falta de talento con capacitación adecuada
 - () Regulación inadecuada
 - () Resistencia al cambio
 - () Débil infraestructura tecnológica
 - () Otro. ¿Cual?
- 18 ► Por favor, señale cualquier observación que le parezca necesaria, para el desarrollo tecnológico en su área o sector (opcional).**



Anexo B. Lista de entrevistados y panelistas

B1. ENTREVISTADOS

ORGANIZACIÓN	ENTREVISTADO
A.P. Moller - Maersk	Julian Thomas
ACI	Francisco Medela
ACI	Rafael Echevarne
Aeropuerto El Dorado	Luis Soto
Aeropuertos Argentina 2000	Federico Buzzoni
Aeropuertos Argentina 2000	Gustavo Sábato
Airbus	Françoise Le-Marechal
Airbus	Zsolt Lattmann
Airbus	Balkiz Sarihan
Airbus América	Catherine Sadler
Airbus América	Eugene Chang
Airbus América	Arturo Barreira
Airbus América	Guillaume Gressin
Airbus América	Amanda Simpson
Airbus América	Emily Wilson
ANAC	Roberto Honorato
BID	Manuel Rodríguez
Canal de Panamá	Oscar Bazán
Caribetrans	Héctor Mieses
CEL	Ramón García
Citiway	Chloe Spano
Commercial Drones Alliance	Lisa Ellman
Consultor independiente	Wolfgang Lehmacher



ORGANIZACIÓN	ENTREVISTADO
DNP Colombia	Jonathan Bernal
DP World	Alberto Róbinson
DR Trade LCS	Francisco Domínguez
Ericsson	Fernán Izquierdo
FAA	Krista Berquist
FAA	Michelle Westover
FAA	Bonnie Ahumada
FAA	Lorrie Fussel
FAA	Adrienne Vanek
FAA	Thomas Naskoviak
FAA	Biruk Abraham
FEM	Margi Van Gogh
FHWA	Ryan Endorf
FHWA	Caitlin Hughes
FHWA	Stephen Kern
FHWA	Chandra Bondzie
FHWA	Lateefah Burges
FHWA	Ken Leonard
FHWA	Egan Smith
FHWA	Kelsey Owens
FrioExpress	José Ramón Medrano
Gobierno Ciudad de Buenos Aires	Alan Balfour
Gobierno Ciudad de Buenos Aires	Martín Viale
Ministerio de Transporte de El Salvador	Saúl Castelar
Hogan Lovells	Emily Kimball
IATA	Oracio Márquez
IATA	Felipe Coutinho



ORGANIZACIÓN	ENTREVISTADO
IATA	Carlos Cirilo
Indra	Lidia Muñoz Pérez
Intel	Carlos Rebellón
Intel	Martín Hain
Intel	Sahid Khan
IRF	Gonzalo Alcaraz
JAC	Martin Mackenna
McKinsey	Stephanie Haag
McKinsey	Anja Huber
Metro de Panamá	Ana Laura Morais
Metro de Panamá	Luis Díaz
Metron Aviation	Chris Jordan
Microsoft	Pedro Uribe
Microsoft	Doug Priest
Microsoft	Jeremy Goldberg
Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones de Chile	Pedro Vidal
MIT	Andrew Salzberg
Moovit	Juan Palacio
NAVBLUE	Luis Gáfaró
OACI Unidad América del Sur	Fabio Rabbani
OACI Unidad América del Sur	Oscar Quesada
OACI Unidad América del Sur	Pablo Lampariello
OACI Unidad América del Sur	Leonardo Boszczowski
PSA International	Eddy Ng
Puerto de Amberes	Erwin Verstraelen
Puerto de Barcelona	Jordi Torrent



ORGANIZACIÓN	ENTREVISTADO
Puerto de Róterdam	Govert Geerlings
SAAB Group	Sérgio Martins
Secretaría de Movilidad de Bogotá	Germán Escovar
Secretaría de Movilidad de Bogotá	Lina Quiñones
Secretaría de Movilidad de Bogotá	Jady Pérez
Sociedad Portuaria de Cartagena	Giovanni Benedetti
Sparx Logistics	Boris Franchomme
Subterráneos de Buenos Aires Sociedad del Estado	Manuela López
Transmilenio	Felipe Ramírez
Uber	Florencia Nigro
UN CEFAT	Sue Probert
USAM	Fernando Dobrusky
Volaris	Ronny Rodríguez
Wilson Sons	André Porte

B2. PANELISTAS

ORGANIZACIÓN	PANELISTA
A.P. Moller - Maersk	Santiago Larzábal
ABC Cargas	Danilo Guedes
Aeroméxico	Fernando Rocha
Aeroméxico	Guillermo Rosales
Avianca	Fernando Lara
Copa Airlines	Julio Toro
Didi	Salvador Maturana



ORGANIZACIÓN	PANELISTA
Dufelook	Mauro Borzacconi
Fadeeac	Guillermo Werner
Fadeeac	Cecilia Anán
FrioExpress	Jose Ramón Medrano
Gobierno Ciudad de Buenos Aires	Alan Balfour
Gol Linhas Aéreas Inteligentes	Luiz Borrego
Jet Smart	Fernando Santos
Latam Airlines	Francisco García
Marva	Miguel Ángel Martínez
Metbus	Andrés Vilches
Secretaría Nacional de Portos e Transporte Aquaviário	Rita de Cássia Vandanezi Munck
Moovit	Juan Palacio
Secretaría de Movilidad de Bogotá	Germán Escovar
Sky Airlines	Felipe Andrés Izquierdo
Sky Airlines	David Gálvez
Sociedad Portuaria Regional de Barranquilla	René Puche Restrepo
STI	Angel Hernandez
Subterráneos de Buenos Aires Sociedad del Estado	José Luis Lodeiro
Tradelog	Diego Sánchez
TransApp	Jacqueline Arriagada
Viva Air	Hugo Pando
Viva Air	David Ramos
Viva Air	Guillermo Herrera
Viva Air	Francisco Lalinde
Didi	Salvador Maturana

