CIDAI Centre of Innovation for Data tech and Artificial Intelligence

Llibre blanc sobre la Intel·ligència Artificial aplicada a la logística

La IA per donar resposta als reptes del sector de la logística

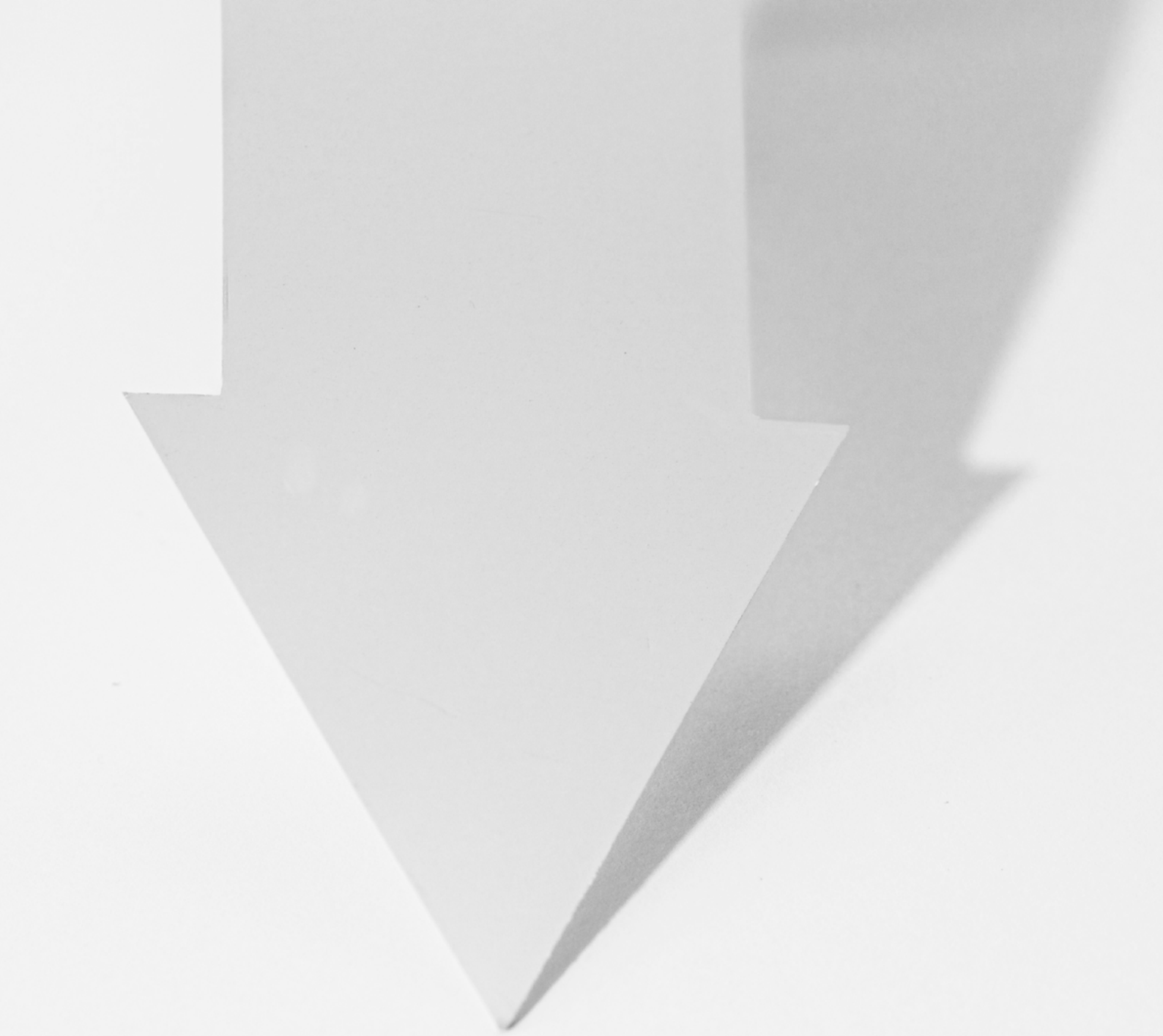


CIDAI-LlibreBlanc-2025-11

Drets reservats. Aquest treball està disponible sota la llicencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0).

Segons els termes d'aquesta llicència, podeu copiar, redistribuir i adaptar l'obra amb fins no comercials, sempre que l'obra sigui citada adequadament, tal com s'indica a continuació.
En qualsevol ús d'aquest treball, no s'ha de suggerir que el CIDAI doni suport a cap organització, producte o servei específic. No es permet l'ús del logotip CIDAI.
Si adapteu l'obra, heu de llicenciar-la amb la mateixa llicència Creative Commons o equivalent.
Si creeu una traducció d'aquest treball, heu d'afegir la següent exempció de responsabilitat juntament amb la cita suggerida: "Aquesta traducció no la va crear el *Centre of Innovation for Data tech and Artificial Intelligence* (CIDAI). CIDAI no es fa responsable del contingut ni de l'exactitud d'aquesta traducció. L'edició original en català serà l'edició autèntica i vinculant". Qualsevol mediació relacionada amb disputes derivades de la llicència es durà a terme d'acord amb les normes de mediació de la *World Intellectual Property Organization*.

Cita suggerida. CIDAI-LlibreBlanc-2025-01 // Llibre blanc sobre la intel·ligència artificial aplicada a la logística CIDAI, 2025. Llicència: CC BY-NC-SA 4.0.



Autoria i agraïments 4

Resum executiu 5

1. Introducció 8

2. El sector de la logística: abast, reptes i tendències 11

3. La IA com a factor de transformació de la logística 20

4. Anàlisi de la IA en l'àmbit de la IA a Catalunya 26

ANNEX Presentació de casos d'ús il·lustratius 42

Autoria i agraïments

Aquest Llibre Blanc ha estat promogut pel CIDAI, Centre d'Innovació en tecnologies de Dades i Intel·ligència Artificial, una iniciativa que té com a missió fomentar i accelerar l'adopció de tecnologies innovadores d'explotació de dades i IA a Catalunya.

El CIDAI està coordinat per Eurecat, i està format pels següents socis promotors: la Generalitat de Catalunya, l'Ajuntament de Barcelona, el Barcelona Supercomputing Centre (BSC), el Centre de Visió per Computador (CVC), Fundació i2CAT, el Research Centre of Intelligent Data Science and Artificial Intelligence (IDEAI-UPC) i l'empresa Softeng. A més, el CIDAI té membres associats com l'Autoritat de Transport Metropolità (ATM), l'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB), la Corporació Catalana de Mitjans Audiovisuals (CCMA) i el Centre Tecnològic de l'Aigua (CETAQUA), Festival Cruïlla, i Caixa d'Enginyers.

El Llibre Blanc sobre l'aplicació de la IA en el sector de la logística s'ha elaborat amb la valuosa contribució i assessorament de diversos experts del sector, la qual cosa ha permès copsar i analitzar-ne el seu estat a Catalunya. CIDAI agraeix la seva dedicació i suport en l'elaboració d'aquest document. La participació ha estat la següent:

Redactors
- EURECAT: Circe Serra, Lluis Surroca

Contribuïdors
- EURECAT: Francisca Rosell
- CEL: Gisèle Muñoz
- DCA IA: Bàrbara Eisele

Revisors
- CIDAI: Joan Mas, Marco Andrés Orellana

Assessors
- EURECAT: Joan Cardona, Laia Garriga
- GENERALITAT DE CATALUNYA: Arnau Serra, Sergi Masip

Comitè d'experts (*Think Tank*) consultats
- BCN PORT INNOVATION: Miquel de la Mano
- CEL: Ramon García, Gisèle Muñoz, Sonia Ramudo
- CIMALSA: Jordi Fornós
- CLÚSTER LOGÍSTIC DE CATALUNYA: Ignasi Sayol
- DHL: Roberto Gamero
- ENIDE: David Quesada
- GANDOLAPP: Carlos J. Rosales
- HUPAC: Ricard Vendrell
- HUTCHISON PORTS BEST: Agustín J. Sánchez
- INPROUS: Meritxell Bosch
- MERCABARNA: Pau López
- MOSAIC FACTOR: José Fernández, Stefano Persi, Anna Valli
- ROMEU: Juan Enrique Yxart
- ROUTAL: Xavier Ruiz
- TENALACH CONSULTING: Aristarco Tomás
- VEEPEE: Víctor del Pozo
- VILLART LOGÍSTIC: David Mauri

Resum executiu

El sector logístic és avui un dels pilars essencials de l'economia global i un àmbit estratègic per a la competitivitat empresarial. A Catalunya representa aproximadament el 14% del VAB i afronta una transformació impulsada per factors com l'expansió del comerç electrònic, la complexitat creixent de les cadenes de subministrament, les pressions per avançar cap a models més sostenibles i les tensions geopolítiques han accelerat l'evolució del sector i han posat de manifest la necessitat de millorar l'eficiència, la flexibilitat i la resiliència de les operacions. En aquest context, les tecnologies basades en dades i la intel·ligència artificial (IA) són clau per afrontar els reptes actuals i impulsar la logística cap a un model més àgil, predictiu i connectat.

L'objectiu d'aquest Llibre Blanc és posar de manifest les oportunitats de la IA per al sector de la logística i identificar reptes, tendències i barreres, i definir accions per accelerar-ne l'adopció a l'ecosistema de Catalunya. El document s'ha elaborat a partir d'entrevistes amb experts, representants del sector i una sessió col·lectiva de reflexió (Think Tank), complementades amb anàlisi tècnica i revisió de fonts primàries i secundàries.

L'anàlisi posa de manifest que el sector logístic afronta un conjunt de reptes estructurals i emergents que condicionen la transformació del sector:

- Manca de talent i el relleu generacional.
- Pressió creixent per avançar cap a la sostenibilitat i la descarbonització.
- Necessitat de reforçar la resiliència davant disrupcions globals.
- Complexitat de la distribució urbana i de la darrera milla.
- Digitalització, interoperabilitat i vulnerabilitat cibernètica.

Paral·lelament s'identifiquen tendències que estan redefinint la logística, classificades segons grans vectors:

- Automatització intel·ligent i la robòtica avançada.
- Reconfiguració i regionalització de les cadenes de subministrament.
- Transformació de l'última milla impulsada pel comerç electrònic.
- Sostenibilitat verificable i la logística inversa.
- Logística hiperconnectada, col·laborativa i basada en dades.

En aquest escenari el Llibre Blanc constata que la intel·ligència artificial pot donar resposta a aquests reptes i activar noves oportunitats. Es detallen les aplicacions de la IA estructurades en funció del cicle operatiu de la cadena logística, des del transport i la distribució fins a les operacions internes, la qualitat, el manteniment, la logística inversa i els processos



Què és la IA?

La intel·ligència artificial és una disciplina que integra metodologies i tecnologies orientades a modelitzar, analitzar i optimitzar sistemes complexos, especialment rellevants en entorns logístics altament dinàmics. Inclou el desenvolupament d'algorismes de naturalesa diversa basats en l'aprenentatge automàtic, el raonament automàtic, el processament de llenguatge natural i els models de llenguatge extens (LLMs), entre d'altres.

Portant-la al context de la logística, la IA permet donar suport intel·ligent a la presa de decisions operatives i estratègiques, automatitzar tasques complexes i millorar l'eficiència de processos com la planificació de la demanda, la gestió d'inventaris, l'optimització de rutes o la coordinació de cadenes de subministrament.

A través de la capacitat d'aprendre de dades, comprendre patrons, raonar sota incertesa i interactuar amb persones i sistemes, la IA pot facilitar que les organitzacions logístiques resolguin problemes complexos amb un nivell de precisió, adaptabilitat i escalabilitat igual o superior al humà.

interns i de *backoffice*. La IA ja permet millorar la planificació de la cadena de subministrament amb prediccions avançades, simular escenaris amb bessons digitals, optimitzar rutes multimodals, reduir costos amb sistemes de preus dinàmics, gestionar la darrera milla amb algoritmes adaptatius, reforçar la seguretat amb visió artificial, automatitzar inventaris i recepcions amb robots o detectar anomalies operatives en temps real. També transforma el manteniment d'actius amb models predictius, permet una traçabilitat completa mitjançant sensors, blockchain i IA, i digitalitza processos administratius gràcies a l'ús d'assistents intel·ligents, OCR avançat i solucions d'IA generativa.

Catalunya disposa d'un ecosistema logístic i tecnològic favorable per liderar aquesta transformació: una ubicació estratègica, infraestructures de primer nivell, un ampli teixit industrial, una elevada capacitat d'atracció d'inversió estrangera i una xarxa d'universitats, centres tecnològics i entitats de recerca especialitzades en IA. Aquest conjunt d'actius, combinats amb incubadores sectorials, clústers logístics i presència de grans esdeveniments internacionals, constitueix un entorn idoni per a la innovació i l'aplicació de solucions avançades.

Malgrat aquest potencial, el Llibre Blanc identifica també les barreres que dificulten l'adopció de la IA a les empreses logístiques: la manca d'estratègies digitals sòlides, la insuficiència de talent especialitzat i coneixement multidisciplinari, les limitacions en la qualitat de les dades, la desconfiança envers els models basats en IA, la fragmentació d'eines i processos, els riscos de ciberseguretat, la dificultat per mesurar el retorn de la inversió i una regulació sovint complexa i poc harmonitzada, entre altres. Aquestes barreres no són només tecnològiques, sinó també culturals i organitzatives, i requereixen una aproximació integral que combini tecnologia, governança, formació i col·laboració sectorial.

A partir de la interacció amb el sector per mitjà d'entrevistes i sessió d'idees o Think Tank amb experts i amb l'anàlisi tècnica posterior, el document proposa un conjunt d'actuacions prioritàries per facilitar l'adopció de la IA al sector logístic de Catalunya:

- Facilitar l'adopció d'una estratègia en intel·ligència artificial a les empreses logístiques, promovent una integració progressiva i alineada amb els objectius de negoci.
- Desenvolupar i retenir talent especialitzat en IA aplicada a la logística, garantint perfils híbrids capaços de connectar processos operatius amb tecnologia.
- Incrementar la confiança en els models d'intel·ligència artificial, mitjançant solucions explicables, traçables i validades per experts de domini.
- Garantir la disponibilitat i qualitat de les dades, establint mecanismes sòlids de governança i centralització.
- Fomentar una cultura de confiança i adaptació al canvi, abordant resistències internes i promovent una visió compartida de la innovació
- Impulsar la interoperabilitat i l'estandardització del sector, com a condició clau per escalar solucions digitals i facilitar la col·laboració entre actors.

Aquest conjunt de recomanacions configura un full de ruta realista i accionable per accelerar la transformació del sector i consolidar una logística més eficient, fiable i competitiva.

Aquest conjunt de recomanacions configura un full de ruta realista i accionable per avançar cap a una logística més eficient, resilient i sostenible, i per posicionar Catalunya com un referent europeu en logística intel·ligent. El document es completa amb un annex que recull 19 casos il·lustratius de projectes d'IA aplicats a la logística desenvolupats a Catalunya, que mostren el potencial real i l'estat de maduresa de l'ecosistema.

Abreviacions

- ADAS: Sistemes d'assistència avançada a la conducció (de l'anglès *Advanced Driver Assistance Systems*)
- AGV: Vehicles de guiat automàtic (de l'anglès *Automated Guided Vehicle*)
- AMR: Robots mòbils autònoms (de l'anglès *Autonomous Mobile Robot*)
- ASRS: Sistemes automàtics d'emmagatzematge i recuperació (de l'anglès *Automated Storage and Retrieval System*)
- CEL: Centre Espanyol de Logística
- CIDAI: Centre of Innovation for Data Tech and Artificial Intelligence
- CMR / e-CMR: CMR electrònic; carta de port electrònica (de l'anglès *Electronic Consignment Note*)
- CTS: Cost de servei (de l'anglès *Cost-To-Serve*)
- CVC: Centre de Visió per Computador
- DAC: Acoblament Automàtic Digital (de l'anglès *Digital Automatic Coupling*)
- DDoS: Atac de denegació de servei distribuïda (de l'anglès *Distributed Denial of Service*)
- DIH4CAT: Digital Innovation Hub of Catalonia
- DUM: Distribució Urbana de Mercaderies
- eFTI: Informació electrònica del transport de mercaderies (de l'anglès *Electronic Freight Transport Information*)
- ERP: Planificació de recursos empresarials (de l'anglès *Enterprise Resource Planning*)
- ERTMS: Sistema Europeu del Trànsit Ferroviari (de l'anglès *European Rail Traffic Management System*)
- ESG: Criteris ambientals, socials i de governança (de l'anglès *Environmental, Social and Governance*)
- ETA: Hora estimada d'arribada (de l'anglès *Estimated Time of Arrival*)
- IA: Intel·ligència Artificial
- IDEAI-UPC: Intelligent Data Science and Artificial Intelligence Research Center (UPC)
- IoT: Internet de les coses (de l'anglès *Internet of Things*)
- KPI: Indicador clau de rendiment (de l'anglès *Key Performance Indicator*)
- LIDAR: Sistema de detecció per llum i rang (de l'anglès *Light Detection And Ranging*)
- LLMs: models de llenguatge extens (de l'anglès *Large Language Models*)
- OCR: Reconeixement òptic de caràcters (de l'anglès *Optical Character Recognition*)
- PI: Internet Físic (de l'anglès *Physical Internet*)
- PIMEs: Petites i mitjanes empreses
- RFID: Identificació per radiofreqüència (de l'anglès *Radio Frequency Identification*)
- ROI: Retorn de la inversió (de l'anglès *Return On Investment*)
- RPA: Automatització robòtica de processos (de l'anglès *Robotic Process Automation*)
- TEU: Unitat Equivalent a un contenidor de vint peus (de l'anglès *Twenty-foot Equivalent Unit*)
- VAB: Valor Afegit Brut



1 Introducció

Índex

La logística s'ha convertit en un dels sectors més estratègics de l'economia global, imprescindible per garantir la continuïtat de les cadenes de subministrament, la competitivitat empresarial i el funcionament eficient dels mercats. Es pot considerar una activitat transversal i estratègica per a l'economia, ja que dona suport a sectors com la indústria manufacturera, el comerç, l'alimentació, l'automoció, el tèxtil, la química o el sector farmacèutic, entre d'altres.

En un entorn marcat per la volatilitat geopolítica, l'expansió del comerç electrònic, la necessitat d'avançar cap a models més sostenibles i la demanda creixent de rapidesa i traçabilitat, el sector es troba immers en una transformació profunda que exigeix noves eines i capacitats. Les empreses que gestionen millor els seus fluxos logístics poden respondre més ràpidament al mercat, reduir costos i millorar la satisfacció del client.

La IA es consolida com una de les tecnologies clau per facilitar i fer possible el procés de transformació del sector. La seva capacitat per analitzar dades massives, automatitzar processos, anticipar demandes, gestionar riscos i optimitzar fluxos de transport la converteix en un vector d'innovació transversal amb un potencial de transformació comparable al que en el seu moment van suposar l'automatització industrial o la digitalització de processos.

La IA impacta totes les fases de la cadena logística (planificació, transport, magatzems, darrera milla, qualitat, manteniment, etc.) i redefineix la manera com operadors, empreses i administracions prenen decisions.

Aquest Llibre Blanc té com a objectiu contribuir a accelerar l'adopció de la IA al sector de la logística a Catalunya. Ho fa proporcionant una visió integral del sector, analitzant-ne els reptes i les tendències globals, identificant les oportunitats que la IA ofereix en cada part de la cadena de valor i recollint iniciatives i casos d'ús que demostren el potencial real d'aquesta tecnologia. El document incorpora, a més, la visió d'experts del sector públic, entitats de l'ecosistema, operadors logístics, empreses tecnològiques, centres de recerca i empreses emergents, i formula recomanacions concretes per impulsar una adopció efectiva, segura i sostenible.

L'objectiu final és aportar un marc de referència útil per al conjunt de l'ecosistema logístic català (administracions, empreses, clústers i centres de recerca) i contribuir al desenvolupament d'un sector més competitiu, resilient, eficient i innovador, situant Catalunya com un dels territoris capdavanters en logística intel·ligent a escala europea.

Objectius del document

Sensibilitzar sobre la IA en el sector de la logística.

Mostrar les oportunitats d'aplicar tecnologies basades en dades i IA.

Reflexionar al voltant de les barreres actuals i proposar accions per poder impulsar l'adopció de la IA en el sector a Catalunya.

Identificar i presentar casos d'ús d'exemple i amb potencial per on començar el camí en l'adopció de la IA.



A qui va adreçat

A empreses, PIMEs i entitats que estiguin treballant en projectes de logística

A tots els agents que estan – o volen estar - al corrent en l'evolució del sector a través de la implementació de tecnologies disruptives com és la IA (administracions públiques, entitats, associacions o organitzacions).

Metodologia emprada

La producció d'aquest Llibre Blanc ha estat coordinada i redactada per consultors especialitzats en innovació i tecnologia del Centre Tecnològic Eurecat sota encàrrec i supervisió del CIDAI i els socis que el conformen.

Per ampliar l'abast i perspectiva al desenvolupament d'aquest document s'han realitzat 17 entrevistes obertes a referents i persones expertes de l'administració pública catalana: especialistes d'IA, experts d'innovació o gerents d'organitzacions del sector, de PIMEs, empreses emergents i grans empreses, per tal de copsar les opinions de l'ecosistema. Els entrevistats van ser seleccionats pel seu coneixement del sector.

Les entrevistes han culminat amb una sessió de treball -Think Thank- per a poder reflexionar i arribar a un consens sobre reptes i actuacions del sector de la logística. Les perspectives dels entrevistats han estat d'especial valor pels apartats reflexius del document com són: la identificació de barreres i actuacions per l'adopció de la IA al sector a Catalunya.

La següent figura il·lustra la metodologia emprada:

Figura 1. Metodologia emprada per l'elaboració del Llibre Blanc. Font: Elaboració pròpia





El sector de la logística: abast, reptes i tendències



2.1. Descripció i abast del sector de la logística

El sector logístic comprèn totes les activitats de transport, distribució, emmagatzematge i serveis associats per garantir que els materials i productes arribin des del lloc de producció fins al punt de consum. Inclou tot el procés que assegura que els béns es lliurin en les condicions òptimes, amb la màxima eficiència en temps, cost i qualitat del servei.

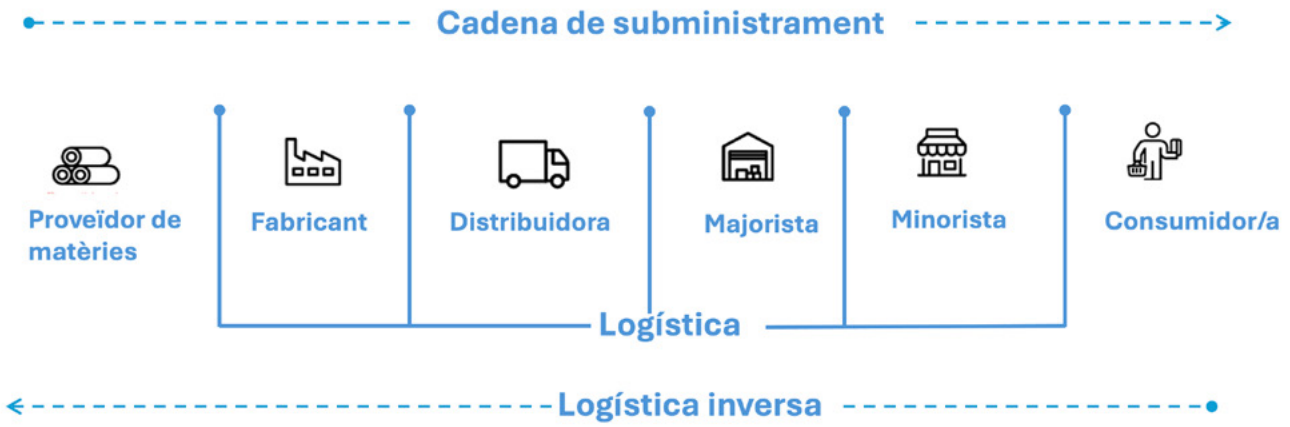
Aquesta activitat no només es limita al transport de mercaderies, sinó que comprèn una àmplia gamma de serveis com l'emmagatzematge, la preparació de comandes, la distribució, la logística inversa (com les devolucions o la reutilització d'envasos), la intralogística —és a dir, la gestió dels fluxos de materials dins les empreses— i altres serveis de valor afegit com l'embalatge, l'etiquetatge o el muntatge de productes abans de ser enviats.[1]

Inclou el transport per carretera, ferrocarril i via marítima, la gestió del transport multimodal, les operacions de llarg recorregut i d'última milla. En aquest Llibre Blanc queden fora de l'abast: el transport aeri, i les activitats de manteniment d'infraestructures i actius logístics es tractaran més complementàriament.

La logística de mercaderies pot classificar-se segons les seves funcions principals:

- Logística d'aprovisionament: s'encarrega del subministrament de matèries primeres i components necessaris per a la producció.
- Logística de producció: gestiona els fluxos interns a les plantes industrials.
- Logística de distribució: comprèn el transport, l'emmagatzematge i el lliurament dels productes acabats fins als punts de venda o al client final.
- Logística inversa: inclou les operacions de retorn, reciclatge, reparació o reaprofitament de productes i materials.
- Logística multimodal: combina diferents modes de transport: carretera, ferrocarril, marítim o aeri, per millorar l'eficiència i reduir costos i emissions. En l'àmbit urbà, aquesta multimodalitat es pot complementar amb solucions de microdistribució com bicicletes o cargobikes elèctriques, facilitant una última milla més sostenible i adaptada a les regulacions.
- Serveis associats: agrupen activitats complementàries com l'embalatge, l'etiquetatge, la gestió documental, la duana, la traçabilitat o l'atenció al client.

Figura 2: El sector logístic.



Font: Elaboració pròpia a partir de Fundació BCN FORMACIO PROFESSIONAL (Fundació BCN Formació Professional. (2020). *Sector logístic: Els sectors econòmics emergents i la formació professional a la Regió Metropolitana de Barcelona*. https://www.fundaciobcnfp.cat/wp-content/uploads/2020/11/Fundacio-BCNFP_Sector-logistic_170x240_DIGITAL_menyspes-INFIORME-CAT-ENTR.pdf)

1 https://cscmp.org/CSCMP/CSCMP/Develop/Starting_Your_Career/Frequently_Asked_Questions.aspx

El sector logístic s'articula a través de diversos modes de transport que es complementen per cobrir tant les necessitats de mobilitat internacional com les operacions interiors o urbanes[2]:

- El transport per carretera continua sent el més estès i utilitzat, gràcies a la seva versatilitat i capacitat per arribar arreu del territori. És el mode principal en operacions de curta i mitjana distància, especialment en la distribució urbana i la darrera milla. A més, és essencial per a serveis d'alta freqüència com ara l'e-commerce, el repartiment de productes frescos o el transport just-in-time per a empreses industrials. Tanmateix, la dependència d'aquest mode també comporta reptes importants en termes de congestió, sostenibilitat i costos operatius.
- El transport ferroviari representa una alternativa cada cop més estratègica per a mercaderies de gran volum o distància mitjana i llarga. Tot i que requereix infraestructures específiques i no té la capil·laritat del transport per carretera, és molt eficient des del punt de vista energètic, ambiental i de recursos humans.
- El transport marítim és fonamental per a les operacions internacionals i intercontinentals, especialment en l'entrada i sortida de mercaderies en contenidor. Aquest mode de transport és altament competitiu en costos per unitat transportada, tot i que presenta terminis més llargs i exigeix una planificació acurada.

La gestió del transport multimodal permet integrar diversos d'aquests modes (carretera, ferrocarril i marítim) per optimitzar l'eficiència global de la cadena logística. Aquesta estratègia és especialment rellevant en operacions de llarg recorregut, i en casos en què les empreses busquen reduir costos o millorar l'impacte ambiental de les seves operacions

Els nodes logístics[3] són punts estratègics dins la cadena de subministrament on es concentren i es redistribueixen mercaderies. Aquests nodes poden incloure magatzems, centres de distribució, ports, aeroports, terminals de càrrega i fins i tot punts de venda. La seva funció principal és facilitar el flux eficient de productes i garantir que arribin al seu destí amb la màxima eficàcia operativa.

L'ecosistema logístic està integrat per una àmplia varietat d'actors que desenvolupen rols complementaris i interdependents. Entre aquests destaquen tant els operadors logístics, transportistes i centres de distribució, com les empreses industrials i comercials que gestionen o externalitzen les seves operacions logístiques.

Entre els principals agents del sector s'identifiquen:

- Operadors logístics integrals (3PL i 4PL), responsables de la gestió completa o parcial de la cadena de subministrament, incloent el transport, l'emmagatzematge, el picking, l'embalatge i la gestió de devolucions. Els 3PL ofereixen serveis logístics operatius (transport i magatzems), mentre que els 4PL aporten una gestió més estratègica i coordinada de tota la cadena, integrant diferents proveïdors i sistemes.
- Empreses de transport i distribució de mercaderies, que operen a través de diversos modes de transport: terrestre, ferroviari, marítim o aeri.
- Plataformes logístiques, centres de cross-docking i hubs urbans, que contribueixen a optimitzar els fluxos de mercaderies i reduir els temps de lliurament.
- Infraestructures estratègiques, com ports, aeroports amb càrrega, terminals ferroviàries, àrees logístiques i zones d'activitat especialitzada, que constitueixen la base física del sistema logístic.
- Empreses de serveis tecnològics associats, dedicades al desenvolupament i operació de sistemes de gestió de magatzems (WMS), sistemes de transport (TMS), solucions basades en Internet of Things (IoT), IA, blockchain i plataformes de traçabilitat i optimització.

2 Observatorio del Transporte y la Logística en España (OTLE). (2023). *Informe anual 2023*. https://otle.transportes.gob.es/informes-anuales-monograficos/informes-anuales/informe-anual-otle-2023

3 La Cort Textil. (s. d.). *Logistics nodes* https://lacortextil.com/en/news/logistics-nodes/

2.2. Pes del sector logístic

El sector logístic té un pes rellevant en l'economia catalana i constitueix un àmbit clau per al funcionament del conjunt del sistema productiu. Segons l'Observatori de la Logística (CIMALSA)[4], el pes de la logística a l'economia catalana, mesurat com a percentatge del Valor Afegit Brut (VAB), se situa al voltant del 14%. En concret, la sèrie 2008–2023 mostra una trajectòria amb oscil·lacions, però amb una estabilització recent en aquest entorn, amb un 14,60% el 2022 i un 14,27% el 2023. Aquest indicador engloba tant les activitats logístiques estrictes (transport de mercaderies, emmagatzematge i activitats afins) com les activitats de comerç a l'engròs i al detall. Aquesta aproximació, emprada també en altres països europeus, permet capturar l'abast ampli del sistema logístic i la seva interrelació amb les activitats comercials.

D'acord amb l'estudi d'ACCIÓ sobre la logística a Catalunya de juny del 2022 el sector ocupava al voltant de 128.000 treballadors[5]. Aquesta dimensió el situa com un dels sectors estratègics del país, tant pel seu pes econòmic com pel seu impacte transversal en la indústria, el comerç i els serveis. Només a l'àrea de Barcelona, el sector ocupa més de 120.000 persones i concentra més de 6.100 hectàrees de sòl logístic, un indicador clar del seu impacte laboral i territorial.

El teixit empresarial logístic és ampli i diversificat, amb aproximadament 39.000 empreses actives en activitats vinculades al transport, l'emmagatzematge, la distribució i la gestió de la cadena de subministrament[6].

En els darrers anys, Catalunya ha experimentat un creixement notable en la contractació d'espai logístic, especialment en els entorns de la segona i tercera corona metropolitana. Només durant el primer trimestre de 2025, es van contractar 147.688 m², repartits en 10 operacions, amb una mitjana de gairebé 15.000 m² per transacció. Aquesta xifra representa un increment del 64% respecte al mateix període de l'any anterior[7].

Pel que fa al conjunt de l'any 2024, la contractació total va assolir els 724.846 m², un 43% més que el 2023, consolidant una tendència positiva i sostinguda. Aquesta dinàmica s'explica per l'increment de la demanda d'espais de gran format i per la proliferació de projectes "claus en mà" adaptats a les necessitats dels operadors logístics.

L'atracció d'inversió estrangera ha estat un altre factor clau d'impuls. Entre 2018 i 2022, Catalunya va captar 95 projectes logístics internacionals, amb una inversió acumulada de 2.761 milions d'euros i la creació de 2.202 llocs de treball nous. Grans empreses com UPS, Lidl, DHL, Henkel, Decathlon, SEUR o Gorillas han escollit Catalunya per establir-hi centres logístics de referència.

A tot això cal sumar-hi l'excel·lent xarxa d'infraestructures. Catalunya disposa de dos ports de primer nivell (Barcelona i Tarragona), que l'any 2022 van gestionar conjuntament 103 milions de tones de mercaderies (70,9 milions el port de Barcelona[8] i més de 30 milions de tones del port de Tarragona[9]). Catalunya també destaca per la seva ubicació estratègica, que permet accedir a un mercat potencial de 400 milions de consumidors en menys de 48 hores, mitjançant connexions aèries, marítimes, ferroviàries i per carretera.

Finalment, destacar també que el comerç exterior actua com a motor de demanda logística. El volum d'exportacions catalanes va superar els 100.000 milions d'euros l'any 2024, mantenint-se per segon any consecutiu per sobre d'aquesta xifra simbòlica. A més, Catalunya ha batut un rècord d'empreses exportadores regulars amb 18.345 companyies que exporten de forma continuada durant quatre anys seguits[10].

4 Observatori de la Logística (CIMALSA) https://www.cimalsa.cat/observatori-logistica.php

5 ACCIÓ. (2023.). *La logística a Catalunya* https://www.accio.gencat.cat/ca/serveis/banc-coneixement/cercador/BancConeixement/eic-la-logistica-a-catalunya

6 ACCIÓ. (2023.). *La logística a Catalunya* https://www.accio.gencat.cat/web/.content/bancconeixement/documents/pindoles/ACCIO-logistica-a-catalunya.pdf

7 Forcadell. (2025, abril). *Resumen logística Q1 2025*. https://www.forcadell.com/wp-content/uploads/2025/04/Resumen-logistica_Q12025_CAST.pdf

8 Port de Barcelona. (2023). *El Port de Barcelona* bat el rècord de tràfic total amb 71 milions de tones. https://www.portdebarcelona.cat/ca/comunicacio/noticies/el-port-de-barcelona-bat-el-record-de-trafic-total-amb-71-milions-de-tones

9 Diario del Puerto. (2023). *Port de Tarragona movió más de 30 millones de toneladas en 2022*. https://www.diariodelpuerto.com/maritimo/port-de-tarragona-movio-mas-de-30-millones-de-toneladas-en-2022-OH14024695

10 ACCIÓ. (2025). *Les exportacions catalanes consoliden 2024 i tornen a superar 100.000 M€*. https://www.accio.gencat.cat/ca/accio/premsa-comunicacio/cercador-premsa-actualitat/article/20250217-exportacions-catalanes-consoliden-2024-tornen-superar-100000-meur

A Catalunya el sector es recolza en infraestructures estratègiques com ports, aeroports, terminals ferroviàries, carreteres i magatzems, que fan possible una logística fluida i eficient. Aquestes infraestructures actuen com a punts clau de connexió i transbordament dins la cadena de subministrament i contribueixen a posicionar Catalunya com un hub logístic rellevant al sud d'Europa. En quant a l'organització territorial del sector a Catalunya, es distribueix territorialment al voltant de l'àrea metropolitana de Barcelona, però integra també altres nodes territorials clau com Girona, Tarragona i Lleida, vinculats a corredors ferroviaris, infraestructures portuàries, àrees industrials i centres d'operadors. Aquest model permet descriure la distribució d'activitats logístiques segons la distància al nucli metropolità i el seu paper dins de la cadena de valor. Pel que fa específicament a l'àrea metropolitana de Barcelona, el model divideix el territori segons la distància respecte al nucli urbà, donant lloc a tres corones logístiques diferenciades:

- Primera corona: Inclou zones pròximes a Barcelona, com el Prat de Llobregat o la Zona Franca, amb accés immediat al port, l'aeroport i els principals eixos viaris. La disponibilitat de sòl és molt limitada i les rendes són elevades.
- Segona corona: Abarca municipis com Sabadell, Terrassa, Granollers o Martorell. Combina bones connexions amb disponibilitat de naus logístiques modernes.
- Tercera corona: Inclou comarques com el Bages, l'Anoia o el Penedès, amb grans superfícies disponibles, aptes per a naus de gran format o per construir-hi grans magatzems nous.

2.3. Reptes de la logística

El sector logístic es troba immers en un procés de transformació profunda impulsat per canvis econòmics, tecnològics, socials i ambientals que redefineixen les seves estructures i prioritats. La globalització, l'expansió del comerç electrònic, la transició ecològica i la digitalització han ampliat la complexitat de les cadenes de subministrament i han incrementat les exigències d'eficiència, sostenibilitat i adaptabilitat. En aquest context, les empreses logístiques afronten la necessitat d'innovar, reforçar la seva competitivitat i adoptar models de gestió més flexibles i resilients per respondre a un entorn cada vegada més incert i dinàmic.

Aquesta nova realitat planteja un conjunt de reptes estructurals i emergents que condicionen el desenvolupament del sector. Entre els més rellevants destaquen la dificultat per captar i retenir talent qualificat, la pressió creixent per avançar cap a la sostenibilitat i la descarbonització, la necessitat de garantir la resiliència davant crisis globals i tensions geopolítiques, la complexitat de la distribució urbana de darrera milla i els riscos associats a la digitalització i la ciberseguretat.

2.3.1. Escassetat de talent i transformació del treball

La captació i retenció de talent s'ha convertit en un dels principals reptes estructurals del sector logístic. Segons el *XV Baròmetre del Círculo Logístico – SIL 2025*[11], elaborat a partir de l'opinió de més d'un miler de professionals, indica que el 63,9% de les empreses tenen dificultats per trobar personal qualificat, mentre que un 28,6% admet que no sempre aconsegueix el perfil que busca. Només un 7,5% considera que li resulta relativament fàcil cobrir les vacants. Els perfils més difícils de captar són els conductors, els tècnics de magatzem, els perfils d'enginyeria logística i els professionals digitals, especialment aquells relacionats amb la gestió de dades i sistemes.

Aquesta escassetat s'agreuja per l'envelliment de la força laboral, les condicions de treball exigents i la baixa atractivitat del sector entre les noves generacions. Pro-

11 XV Baròmetre del Círculo Logístico – SIL Barcelona 2025. Organitzat per El Consorci de la Zona Franca de Barcelona. Publicat a *La Vanguardia* (18/06/2025) i *Transporte al Día* (2025). https://bcncl.es/wp-content/uploads/2025/05/NP_CZFB-SIL-2025_BarometroCirculoLogistico_CAST.pdf

fessions com la de conductor de camió o d'operador logístic pateixen un relleu generacional insuficient, i àrees com el transport ferroviari o portuari viuen una substitució accelerada de personal experimentat per nous treballadors amb poca experiència.

Aquesta problemàtica pel que fa als professionals del sector també es reprodueix quan s'analitza el seu nivell de destresa digital. Les dades recollides per l'Estudi en IA de la Cadena de Suministro 2024 (CEL & Accenture)[12] confirmen una mancança de capacitats digitals. Segons l'informe, el 73% de les organitzacions assenyalen que el seu personal té un nivell de coneixement *baix* o *molt baix* en IA, i només el 9% disposa d'un pla de formació específic en aquesta tecnologia. A més, el 61% de les empreses no ofereix cap programa formatiu intern relacionat amb IA clàssica o IA generativa. Aquesta insuficiència formativa limita l'adopció efectiva de noves tecnologies i reforça la necessitat de capacitar perfils híbrids que combinin coneixement logístic i competències digitals.

Aquesta situació provoca tensions operatives i una pèrdua de coneixement tècnic acumulat que repercuteix en la qualitat i la seguretat del servei. L'escassetat de talent té un impacte directe en l'operativa, podent generar retards en els enviaments, augment de costos i deteriorament de la satisfacció del client. Davant d'aquest repte, moltes empreses estan millorant les condicions de treball i oferint beneficis més competitius, alhora que recorren a l'automatització i a l'ús de tecnologies com robots o drons, que al seu torn requereixen una capacitació addicional del personal. Paral·lelament, es desenvolupen programes de formació en col·laboració amb institucions educatives per crear una força laboral més qualificada i adaptada a les noves necessitats del sector.

En el pla laboral, el sector conviu amb marcs normatius heretats d'etapes anteriors, que en alguns casos no reflecteixen plenament l'evolució de les activitats logístiques actuals. Aquesta situació pot donar lloc a algunes diferències entre les funcions reals i les categories professionals existents, especialment en un context marcat per la digitalització i l'aparició de nous perfils tècnics. Sense ser un obstacle directe, aquesta distància entre regulació i pràctica pot limitar la flexibilitat necessària per incorporar nous models de treball i innovació organitzativa.

12 *El impacto de la Inteligencia Artificial en la cadena de suministro en España,* ACCENTURE, CEL https://cel-logistica.org/el-impacto-de-la-inteligencia-artificial-en-la-cadena-de-suministro-en-espana/

2.3.2. Pressió per la sostenibilitat i descarbonització

La sostenibilitat ja no és una opció estratègica, sinó una exigència reguladora i social. Segons el *Monográfico de Descarbonización del Transporte* publicat per l'*Observatorio del Transporte y la Logística en España (OTLE)*[13] el transport va representar el 36,2% del consum final d'energia a Espanya el 2020, davant del 29,2% de la mitjana europea. Tot i que el 2020 és un any marcat per l'anomalia de la COVID-19, les dades més recents de la Unió Europea indiquen que el transport continua sent un dels principals consumidors d'energia, amb un 31% del consum final el 2022[14], reforçant la magnitud del repte.

Aquesta dada posa de manifest la forta dependència energètica d'un sector que concentra la major part de les emissions de la cadena logística i on la transformació cap a models més nets és ja inajornable. La Unió Europea, mitjançant el Pacte Verd i la Llei del Clima, estableix l'objectiu de neutralitat climàtica per al 2050, fet que obliga a una transformació profunda del transport i la distribució. El repte és molt gran: reduir emissions mantenint l'eficiència i la rendibilitat en un context d'alta competència i de pressió reguladora creixent.
A Catalunya, la majoria del transport de mercaderies es fa per carretera[15], la qual cosa evidencia la dependència d'un model altament emissor. El sector encara afronta reptes en àmbits com la millora de les infraestructures ferroviàries per a mercaderies, l'ampliació de la xarxa de recàrrega i la progressiva incorporació de flotes sostenibles. Tot i això, cada cop més empreses impulsen iniciatives que demostren que la transició verda pot ser també una oportunitat econòmica, integrant sistemes d'optimització energètica, biocombustibles o plataformes digitals per a la gestió eficient de rutes i consums.

La sostenibilitat s'està convertint, finalment, en un factor de competitivitat. Les empreses que integren

13 Observatorio del Transporte y la Logística en España (OTLE) (2023), *Monográfico de descarbonización del transporte, Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible*, juliol 2023 https://cdn.transportes.gob.es/portal-web-otle/media/document/20230911_monografico_descarbonizacion_del_transporte_vfinal_bis_0.pdf

14 Eurostat. (2025). *Freight transport statistics — modal split.* https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?oldid=686657

15 Idescat. (2022.). *Indicador 13516 - Proporció de transport fluvial i ferroviari sobre el total de transport de mercaderies (Catalunya* https://www.idescat.cat/indicadors/?id=ods&n=13516

objectius ambientals com ara la reducció de la petjada de carboni, l'eficiència energètica, la logística inversa o materials reciclables, milloren la seva reputació i accedeixen a nous mercats.

2.3.3. Resiliència davant tensions geopolítiques i crisis globals

El concepte de resiliència logística fa referència a la capacitat del sistema logístic per anticipar, absorbir i recuperar-se de disrupcions, garantint la continuïtat de les operacions i adaptant-se a nous contextos. Aquesta noció, reconeguda per la Comissió Europea[16] dins de la seva estratègia industrial, s'ha consolidat com un dels eixos centrals de la competitivitat logística actual.

Els esdeveniments i les situacions viscudes els darrers anys han posat a prova la solidesa de les cadenes de subministrament globals. La pandèmia de la COVID-19, la guerra d'Ucraïna, o les tensions al mar Roig han evidenciat la dependència excessiva de proveïdors únics i la fragilitat d'un sistema logístic fortament globalitzat. Segons diverses fonts sectorials, el nivell d'estabilitat de les cadenes s'ha reduït del 80% al 40%[17] en pocs anys, i la seva vulnerabilitat s'ha convertit en un factor crític per a la competitivitat de les empreses.

Davant aquest escenari, la resiliència s'ha consolidat com un nou paradigma logístic. Les empreses busquen diversificar proveïdors, apropar la producció (*nearshoring*[18]) i reforçar la seva capacitat de resposta davant imprevistos. Aquest enfocament també implica una major planificació estratègica, inversió en infraestructures i coordinació entre els diferents actors de la cadena per reduir dependències i millorar l'agilitat en situacions de crisi.

Tanmateix, assolir una cadena de subministrament veritablement resilient requereix col·laboració i interoperabilitat entre actors públics i privats. Les polítiques comercials, les sancions internacionals o els aranzels continuen condicionant els fluxos de mercaderies i exigeixen una vigilància constant. Per afrontar aquests reptes, moltes empreses estan apostant per una major transparència en la gestió, per sistemes d'avaluació de riscos i per models logístics més flexibles, que combinin la globalització amb una relocalització selectiva de processos.

El concepte de resiliència logística ja no es limita a la gestió de crisis, sinó que s'ha convertit en un avantatge competitiu. Les empreses que anticipen disrupcions, diversifiquen rutes i aposten per models híbrids entre globalització i proximitat productiva són les que resisteixen millor els canvis.

2.3.4. Congestió urbana i regulació de darrera milla

L'auge del comerç electrònic ha transformat radicalment la distribució urbana de mercaderies. El volum d'enviaments ha crescut de manera exponencial en els darrers anys, generant una pressió creixent sobre les ciutats i els operadors logístics. Aquesta intensificació de l'activitat coincideix amb una regulació més estricta de la mobilitat urbana com ara zones de baixes emissions, restriccions horàries o limitacions d'accés per vehicles pesants, que dificulta la distribució convencional i incrementa els costos operatius.

La congestió urbana s'ha convertit en un dels principals reptes per a la logística moderna. Les empreses es veuen obligades a optimitzar rutes i càrregues en entorns densos i dinàmics, sovint amb informació incompleta i poc temps de resposta. La darrera milla pot representar fins al 53% dels costos totals de transport[19], i és la fase amb major impacte en la satisfacció del client final. Per aquest motiu, s'estan explorant solucions com els microhubs urbans, els vehicles elèctrics o de càrrega lleugera, les plataformes de repartiment col·laboratiu i les aplicacions digitals de gestió dinàmica de rutes.

Tot i això, la complexitat de la darrera milla no és només un problema de trànsit o regulació, sinó tam-

16 Comissió Europea (2021), *Updating the 2020 New Industrial Strategy: Building a stronger Single Market for Europe's recovery.* https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_1884

17 CEL Logística. (2025.). II. *El impacto de la inteligencia artificial y generativa en la cadena de suministro.* https://cel-logistica.org/ii-el-impacto-de-la-inteligencia-artificial-y-generativa-en-la-cadena-de-suministro/

18 AncoraLog (2024), *Los 5 principales desafíos que enfrenta la logística global en 2024* https://www.ancoralog.com/post/los-5-principales-desaf%C3%ADos-que-enfrenta-la-log%C3%ADstica-global-en-2024

19 Comercio Conectado. (2024). *Impacto y evolución de la logística de última milla en el auge del comercio electrónico.* Recuperado de https://comercioconectado.gob.es/es-es/EstaPasando/Paginas/Impacto-y-Evoluci%C3%B3n-de-la-Log%C3%ADstica-de-%C3%9Altima-Milla-en-el-Auge-del-Comercio-Electr%C3%B3nico.aspx

bé de governança de dades i coordinació. El repte passa per compartir informació entre operadors, administracions i comerços, establint estàndards comuns i plataformes interoperables que permetin reduir recorreguts buits i optimitzar els fluxos de mercaderies. Sense una estratègia digital integrada i una col·laboració efectiva, la distribució urbana sostenible continuarà sent un objectiu llunyà.

2.3.5. Digitalització, interoperabilitat i vulnerabilitat cibernètica

Tot i els avenços, la digitalització del teixit logístic és desigual i fragmentada. Encara conviuen processos manuals amb sistemes digitals, fet que limita la traçabilitat i la presa de decisions basada en dades. D'acord amb l'Estudi en IA de la Cadena de Suministro 2024 (CEL & Accenture)[20], només el 12% de les organitzacions disposa d'una estratègia digital clara per adoptar IA, i el 72% declara dificultats per integrar dades provinents de diferents fonts i sistemes. Aquesta fragmentació dificulta la visibilitat de punta a punta de la cadena, limita la capacitat de predicció i impedeix desenvolupar models d'optimització més avançats.

La Unió Europea està impulsant el reconeixement obligatori d'informació electrònica de transport a totes les administracions a través del Reglament (UE) 2020/1056, conegut com eFTI (electronic Freight Transport Information)[21]. Aquest reglament estableix un marc comú perquè les empreses puguin comunicar per via electrònica la informació reglamentària relacionada amb el transport de mercaderies, amb l'objectiu de reduir càrregues administratives i millorar la interoperabilitat entre autoritats i operadors.

En paral·lel, la transició cap a documents digitals com l'e-CMR (*consignment note electrònic*)[22] avança a Europa i a Espanya. El Protocol Addicional al Conveni CMR sobre el coneixement de càrrega electrònic, adoptat per la Comissió Econòmica per a Europa de les Nacions Unides (UNECE) el 2008 i ratificat per Espanya el 2019, permet substituir el suport en paper per signatures electròniques i registres digitals amb plena validesa jurídica. Aquesta evolució acosta el sector cap a fluxos sense papers i garanteix una millor integritat i traçabilitat de les dades al llarg del recorregut de la mercaderia.

La digitalització comporta, però, nous riscos. Segons l'Agència de Ciberseguretat de la Unió Europea (ENISA), el sector del transport va concentrar aproximadament l'11% dels incidents registrats a la Unió Europea durant el període de juliol de 2023 a juny de 2024[23], situant-se entre els àmbits més atacats. El principal tipus d'atac identificat va ser el que afecta la disponibilitat (incloent atacs de denegació de servei, DDoS), seguit per incidents de tipus ransomware i altres amenaces contra les dades. Aquests atacs poden interrompre operacions crítiques, alterar la cadena de subministrament i comprometre dades sensibles. Aquest increment d'exposició ha motivat un enduriment normatiu. La Directiva NIS2[24] (Directiva 2022/2555/UE; Unió Europea, 2022), adoptada el 14 de desembre de 2022 i d'aplicació als estats membres a partir del 17 d'octubre de 2024, amplia les obligacions de governança del risc cibernètic per a empreses considerades "essencials" o "importants", incloent-hi operadors del sector del transport i la logística que compleixin els criteris establerts. Les noves exigències inclouen controls tècnics i organitzatius, gestió de proveïdors, notificació d'incidents i proves periòdiques d'efectivitat de les mesures.

Per tant, la prioritat doble és clara: avançar cap a una logística plenament digital i interoperable (eFTI, e-CMR) mentre s'implementen mecanismes de ciberseguretat robusta (NIS2, ENISA) per protegir dades, operacions i confiança. Sense aquesta combinació, la digitalització pot esdevenir una font de vulnerabilitat en lloc d'un motor d'eficiència.

20 CEL Logística. (2025.). II. *El impacto de la inteligencia artificial y generativa en la cadena de suministro.* https://cel-logistica.org/el-impacto-de-la-inteligencia-artificial-en-la-cadena-de-suministro-en-espana/

21 Unió Europea. (2020). *Reglament (UE) 2020/1056 del Parlament Europeu i del Consell, de 15 de juliol de 2020.* https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX%3A32020R1056

22 Nacions Unides. (2008). *Protocol Addicional al Conveni relatiu al contracte de transport internacional de mercaderies per carretera (CMR) sobre el coneixement de càrrega electrònic (e-CMR).* https://unece.org/DAM/trans/conventn/e-CMRe.pdf

23 European Union Agency for Cybersecurity (ENISA). (2024). *ENISA Threat Landscape 2024*. Heraklion: ENISA.https://www.enisa.europa.eu/sites/default/files/2024-11/ENISA%20Threat%20Landscape%202024_0.pdf

24 Unió Europea. (2022). *Directiva (UE) 2022/2555 del Parlament Europeu i del Consell*, de 14 de desembre de 2022. Recuperat de https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2022/2555/oj

2.4. Tendències

2.4.1. Automatització intel·ligent i robòtica avançada

L'automatització és una de les tendències més consolidades i transversals del sector logístic. Davant l'escassetat creixent de mà d'obra i l'augment dels costos operatius, les empreses acceleren la implantació de robots de magatzem (AGV i AMR), sistemes automàtics d'emmagatzematge (ASRS) i plataformes d'orquestració intel·ligent per millorar la productivitat.

Segons el *Baròmetre del Círculo Logístico del SIL 2025*[25], l'automatització és valorada com l'aspecte més essencial per al futur del sector (26,4%), per davant de la col·laboració en transport i l'intercanvi d'informació estandarditzada. Aquest resultat coincideix amb l'informe *Logistics Trend Compass 2025*[26], que identifica la robòtica i la IA entre els vectors rellevants amb major impacte potencial en la logística per a la dècada vinent. Les aplicacions més habituals inclouen classificació automàtica, *picking* intel·ligent, drons per inventari o vehicles guiats autònomament, que permeten augmentar la seguretat i reduir errors.

Paral·lelament a la robotització de magatzems, el sector explora noves formes d'automatització en el transport. S'estan desenvolupant projectes pilot amb camions autònoms[27] i sistemes de *platooning*[28], encara majoritàriament en fases inicials per motius legals i operatius. També guanyen presència els remolcs dobles (*dual-trailers*[29]) per maximitzar la capacitat de càrrega en rutes llargues.

En l'àmbit ferroviari, la digitalització i l'automatització també estan avançant amb força. El sector impulsa iniciatives com la implantació del sistema europeu de gestió del trànsit ferroviari *ERTMS*[30], que millora la seguretat i incrementa la capacitat de la xarxa, conjuntament amb el desenvolupament del *Digital Automatic Coupling* (DAC[31]), que automatitza l'acoblament de vagons i redueix els temps d'operació, o l'ús creixent de plataformes digitals per a la gestió de capacitat, la traçabilitat de mercaderies i l'orquestració del transport multimodal.

2.4.2. Reconfiguració i regionalització de les cadenes de subministrament

Les cadenes de subministrament globals s'estan reconfigurant per guanyar resiliència davant un context marcat per tensions geopolítiques, inflació i incertesa econòmica. Després d'anys de dependència del model *just in time*, basat en l'eficiència i la reducció d'estocs, les empreses avancen cap a un enfocament *just in case*, que prioritza la seguretat de subministrament, la flexibilitat i la capacitat de resposta davant disrupcions[32].

Aquesta transició impulsa estratègies de regionalització i nearshoring[33], amb la relocalització parcial de la producció i dels centres logístics per reduir riscos i acostar-los als mercats de consum. Alhora, comporta repensar les xarxes de transport i distribució sota criteris de multimodalitat i sostenibilitat.

Paral·lelament, la integració de tecnologies de predicció, simulació i bessons digitals permet anticipar colls d'ampolla i escenaris de risc, mentre que la intel·ligència artificial contribueix a optimitzar el disseny de xarxes logístiques i avaluar alternatives davant possibles disrupcions. Aquesta resilièn-

25 Círculo Logístico. (2025). *XV Barómetro del Círculo Logístico del SIL 2025.* https://softwaretransporte.blog/2025/05/07/resultados-xv-barometro-del-circulo-logistico-del-sil- 2025/

26 Forto Logistics SE & Co. KG. (2025). *Logistics Trend Compass 2025.* Recuperado de https://forto.com/wp-content/uploads/2025/05/Trend-Compass-2025-Digital.pdf

27 European Union. (2025). *Allanar el camino a los camiones autónomos.* https://cordis.europa.eu/article/id/459652-paving-the-way-for-self-driving-trucks/es

28 Botelho, T. C., Duarte, S. P., Campos Ferreira, M., & Lobo, A. (2025). *Simulator and on-road testing of truck platooning: a systematic review. European Transport Research Review*, https://etrr.springeropen.com/articles/10.1186/s12544-024-00705-6

29 Dúo-Tráiler: grande entre los grandes" (2024). *DGT*. Recuperat de https://www.dgt.es/comunicacion/noticias/20240628-duo-trailer-grande-entre-los-grandes

30 https://www.ertms.net/wp-content/uploads/2025/05/Factsheet_Que-es-el-ERTMS_UNIFE.pdf

31 Rail Freight Forward. (s. d.). *Node 68* https://www.railfreightforward.eu/node/68

32 CEPR / VoxEU (2023). *Just-in-time, just-in-case: Global sourcing and firm inventory after pandemic* https://cepr.org/voxeu/columns/just-time-just-case-global-sourcing-and-firm-inventory-after-pandemic

33 GII Research. (2024.). *Global Supply Chain Reorientation — Transformative Report (FS1606581).* https://www.giiresearch.com/report/fs1606581-global-supply-chain-reorientation-transformative.html

cia digitalitzada defineix un model de cadena de subministrament més pròxim, flexible i sostenible, capaç d'adaptar-se amb rapidesa als canvis globals.

2.4.3. Creixement del comerç electrònic i transformació de l'última milla

El creixement exponencial del comerç electrònic ha redefinit la logística urbana i la gestió de la darrera milla: les vendes online mundials van superar els 6 bilions de dòlars el 2024, i continuen guanyant pes en el comerç global[34]. Aquesta expansió pressiona la darrera milla, que pot arribar a concentrar prop del 41% del cost logístic[35], empenyent les empreses a millorar eficiència i servei. Les empreses han d'oferir entregues ràpides i flexibles en entorns urbans cada cop més regulats i congestionats.

Per donar resposta, s'estenen estratègies de Distribució Urbana de Mercaderies (DUM) basades en models de repartiment descentralitzats i multimodals, com els microhubs urbans, els magatzems de proximitat o les flotes elèctriques i de ciclologística, que la UE ja identifica com a palanca per reduir impacte i millorar operativa[36]. Aquests enfocaments permeten reduir distàncies, emissions i congestió, alhora que milloren la puntualitat de les entregues. Aquesta tendència apunta cap a una logística més pròxima al consumidor, on l'experiència d'entrega és part del valor del producte.

2.4.4. Sostenibilitat verificable i logística inversa

La sostenibilitat verificable implica que les empreses no només adoptin pràctiques responsables amb el medi ambient, sinó que les puguin demostrar amb dades, certificacions i sistemes de traçabilitat. Això permet garantir que la cadena de subministrament compleix amb criteris ambientals, socials i de governança (ESG), i reforça la confiança dels clients, socis i inversors. En aquest context, la digitalització de la sostenibilitat, amb eines que monitoritzen emissions, visibilitat de proveïdors i impacte ambiental, es consolida com una palanca clau per a la transparència i l'auditoria.

D'acord amb KPMG (*Global Supply Chain Trends 2025*)[37], la sostenibilitat i la traçabilitat ESG es consoliden con factors determinants de la gestió de la cadena de subministrament, gràcies a l'ús de plataformes digitals que integren seguiment de carboni, anàlisi de dades i verificació dels proveïdors. Aquesta visibilitat permet avançar cap a una sostenibilitat auditada i basada en evidències.

En paral·lel, la circularitat i la gestió dels fluxos inversos, és a dir, la logística inversa, estan redefinint la manera com les empreses aborden la sostenibilitat operativa. Els nous ecosistemes digitals integren el seguiment de carboni, la reutilització de materials i el retorn de productes per minimitzar residus i tancar el cicle dels materials. La logística inversa esdevé fonamental per recuperar, reparar, reciclar o redistribuir productes un cop consumits, especialment en sectors com l'*e-commerce*, l'electrònica i la moda, on les devolucions i el reaprofitament són habituals.

2.4.5. Logística hiperconnectada, àgil, intel·ligent i col·laborativa

La logística està entrant en una nova etapa d'agilitat avançada, caracteritzada per la capacitat de reconfigurar processos i fluxos logístics en temps real davant canvis sobtats en la demanda o disrupcions globals. Segons les tendències identificades per Gartner[38], aquesta adaptabilitat és clau per a la resiliència operativa i la competitivitat en entorns volàtils. Els cicles de planificació, que abans seguien horitzons llargs, s'estan revisant més sovint per respondre amb rapidesa.

Aquest canvi exigeix sistemes capaços d'analitzar dades contínuament i prendre decisions de manera

34 eMarketer. (2025). *Worldwide ecommerce sales break 6 trillion* https://www.emarketer.com/content/worldwide-ecommerce-sales-break-6-trillion

35 Business Insider. (2025, juliol). *How AI transforms last-mile delivery: predictive analytics & route optimization* https://www.businessinsider.com/ai-transforms-last-mile-delivery-predictive-analytics-route-optimization-2025-7

36 Observatori de la Mobilitat Urbana de la UE. (2025). *Microhubs: the future of last-mile logistics.* https://urban-mobility-observatory.transport.ec.europa.eu/news-events/news/microhubs-future-last-mile-logistics-2025-04-14_en

37 KPMG (2025). *Global Supply Chain Trends 2025 – Sustainability and Circularity* https://kpmg.com/xx/en/our-insights/operations/six-supply-chain-trends-to-watch-in-2025.html

38 Gartner. (2025). *Logistics and Fulfillment Digital Transformation Primer for 2025* https://www.gartner.com/en/documents/6105727

autònoma o assistida, mitjançant eines d'intel·ligència de decisions (Decision Intelligence) i IA agentiva[39], que permeten anticipar escenaris i recomanar accions òptimes en temps real.

Paral·lelament, la col·laboració s'està institucionalitzant a través d'ecosistemes digitals i plataformes de dades compartides. El *Baròmetre del Círculo Logístico del SIL 2025*[40] situa la col·laboració en transport (18,6%) i l'intercanvi d'informació estandarditzada (19,7%) entre els factors essencials per al futur del sector. Aquesta evolució està donant lloc a xarxes logístiques connectades, on empreses, operadors i institucions comparteixen informació de manera segura per optimitzar rutes, capacitat i emissions. Projectes com Catena-X o GAIA-X, promoguts per la Unió Europea, exemplifiquen aquesta transició cap a una infraestructura de confiança digital (*trusted data spaces*) que permet la interoperabilitat i la governança compartida de la informació logística.

A mesura que aquestes pràctiques es consoliden, emergeix el concepte de *Physical Internet* (PI), impulsat per l'*european Technology Platform ALICE*[41] i reconegut per la Comissió Europea com un model estratègic per al 2030. El PI proposa una xarxa logística oberta i estandarditzada, inspirada en el funcionament d'Internet, on contenidors, vehicles i magatzems puguin intercanviar béns físics, informació i capacitat dinàmicament mitjançant protocols comuns comuns de manera més eficient, flexible i sostenible. Els elements de base d'aquesta internet física són:

- Contenidors modulars i intel·ligents (en analogia als paquets de dades d'internet), reutilitzables i compatibles entre operadors.
- Infraestructura oberta i interconnectada (hubs, plataformes, magatzems) compartida.
- Protocols comuns per a l'encaminament, la traçabilitat i la interoperabilitat.
- Orquestració digital (IA, IoT, dades en temps real) per optimitzar rutes, càrregues i decisions.



Foto de Precious Madubuike a Unsplash

39 Gartner. (2025c). *Top Strategic Technology Trends for 2025: Agentic AI*. https://www.gartner.com/en/documents/5850847

40 IL Barcelona. (2025). *XV Barómetro del Círculo Logístico del SIL*. https://bcncl.es/wp-content/uploads/2025/05/NP_CZFB-SIL-2025_BarometroCirculoLogistico_CAST.pdf

41 ALICE. (2023). *Roadmap to the Physical Internet. Alliance for Logistics Innovation through Collaboration in Europe*. https://www.etp-logistics.eu/alice-physical-internet-roadmap-released/

La IA com a factor de transformació de la logística



Com s'ha esmentat la intel·ligència artificial s'ha convertit en un factor clau de transformació del sector logístic. Més enllà de l'automatització de processos, la IA permet optimitzar l'operativa en totes les fases de la cadena de subministrament, millorar la presa de decisions, anticipar la demanda, millorar l'eficiència i reforçar la sostenibilitat i la seguretat de les operacions. Gràcies a la seva capacitat per analitzar grans volums de dades i aprendre dels patrons operatius, la IA es consolida com un element clau per aconseguir cadenes de subministrament més àgils, resilients i connectades.

El capítol s'ha estructurat seguint el cicle operatiu de la cadena logística, mostrant com la IA s'integra en cadascuna de les seves fases: des del transport i la distribució fins a la intralogística, el manteniment, la qualitat del servei, la logística inversa i els processos de backoffice.

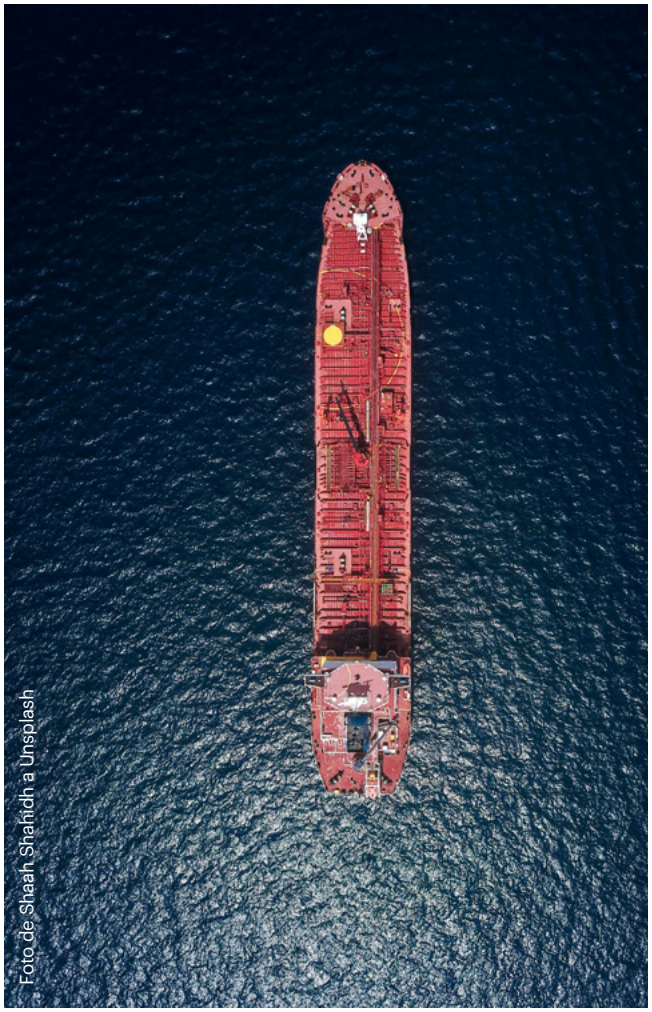


Foto de Shaah Shahidh a Unsplash

3.1. Operacions de transport i distribució

3.1.1. Planificació global de la cadena de subministrament

La planificació global de la cadena de subministrament ha millorat gràcies a plataformes que combinen previsió (*forecasting)* de la demanda, anàlisi predictiu del mercat i simulació operativa. Aquests sistemes poden anticipar disrupcions, calcular comandes òptimes a proveïdors i planificar la producció i el transport de manera integrada, millorant l'eficiència i la capacitat de resposta.

Les noves plataformes digitals permeten connectar proveïdors, distribuïdors i clients en un entorn col·laboratiu, integrant informació en temps real per a la presa de decisions. Aquesta visibilitat facilita una planificació més precisa de l'aprovisionament, minimitzant situacions d'escassetat o excedent d'estoc, i permet simular diferents escenaris abans de prendre decisions estratègiques, com la localització de centres o estratègies de *nearshoring*.

La intel·ligència artificial hi juga un paper central: analitza dades en temps real per ajustar preus, capacitats i rutes segons la demanda i les condicions operatives. Les plataformes de gestió dinàmica de preus optimitzen la utilització de la flota i els sistemes de suport a la decisió, millorats gràcies a la IA, apliquen models *cost-to-serve* (CTS) per identificar oportunitats d'eficiència i millorar la rendibilitat. Aquestes solucions permeten ajustar el cost dels serveis en temps real segons la disponibilitat de camions, la demanda i les condicions del mercat. En aquests entorns intervenen molts factors, com la capacitat disponible, els costos operatius, les restriccions de temps i els compromisos contractuals, les rutes d'anada i tornada, que poden fer molt complexa la presa de decisions. La intel·ligència artificial contribueix a processar totes aquestes variables i a recomanar l'estratègia més eficient per maximitzar el rendiment i garantir una resposta més ràpida a les necessitats dels clients.

La planificació i execució del transport multimodal, que consideren combinacions de carretera, ferrocarril i transport marítim, s'ha transformat gràcies a algoritmes d'IA capaços d'optimitzar rutes de distribució, assignar càrregues i decidir en temps real quina combinació de mitjans resulta més eficient en termes de cost, temps i emissions.

Les solucions basades en dades i IA analitzen variables com el trànsit, les condicions meteorològiques, les restriccions urbanes i el pes o tipologia de la mercaderia per determinar la millor opció de transport. En l'àmbit portuari, la IA s'utilitza per coordinar l'arribada de vaixells, optimitzar l'ús de molls i reduir els temps d'espera, mentre que en el transport marítim permet ajustar les rutes a les condicions meteorològiques per minimitzar retards i riscos.[1] Aquestes solucions integren algoritmes d'intel·ligència artificial orientats a l'optimització operativa, assegurant que cada decisió sobre mitjans, rutes i càrregues maximitzi l'eficiència global del sistema logístic.

Alhora, els nous sistemes de comunicació tren-infraestructura milloren la coordinació entre modes i incrementen la seguretat en les operacions, facilitant una integració més eficient del ferrocarril dins del conjunt de la cadena multimodal.

La planificació òptima de la flota no es limita només als vehicles disponibles, sinó que també abasta la gestió dels conductors assignats a cada servei. Les plataformes de planificació integrades permeten establir quins professionals són més idonis segons la seva experiència, disponibilitat horària i l'acompliment històric registrat per sistemes de telemetria. Així, la planificació global combina informació logística, capacitat de càrrega i gestió intel·ligent dels equips humans, contribuint a un model de transport més eficient i flexible. Aquestes solucions poden integrar la informació per maximitzar el marge de cada trajecte, i comptar amb altres eines faciliten la decisió predicció de la demanda i l'optimització de preus sobre si un viatge es cobreix amb flota pròpia o subcontractada i com aprofitar el retorn per carregar noves expedicions.

3.1.2. Distribució d'última milla

Com ja s'ha esmentat l'augment del comerç electrònic ha convertit la distribució d'última milla en un dels àmbits més crítics i complexos del sector logístic. L'augment de les comandes urbanes i la pressió per oferir entregues ràpides, sostenibles i personalitzades han impulsat l'ús de solucions basades en intel·ligència artificial per gestionar la complexitat creixent de l'operativa.

Els sistemes actuals permeten predir l'hora estimada d'arribada (ETA) amb gran precisió i reorganitzar les rutes en temps real davant canvis imprevistos, com incidències de trànsit o variacions meteorològiques. A diferència dels models tradicionals, les plataformes d'IA tenen en compte patrons de comportament dels conductors, estacionalitat i dades històriques per reduir desviacions i millorar la fiabilitat de les entregues.

La combinació d'IA i sensors IoT permet optimitzar els fluxos de transport, monitorar en temps real l'estat de les mercaderies i reduir els desplaçaments en buit. Aquesta optimització redueix el consum energètic i les emissions, contribuint a una logística urbana més eficient.

D'altra banda, les solucions basades en visió artificial, IA i tecnologies de geoposicionament permeten millorar la seguretat i la traçabilitat digital[2] dels lliuraments. Mitjançant sistemes de monitorització automàtica, que combinen dades de GPS, sensors IoT i anàlisi predictiva, és possible detectar obstacles o anomalies en temps real i oferir una visibilitat completa del procés d'entrega, millorant la transparència tant per al client com per a l'operador.



Foto de Marcin Jozwiak a Unsplash

1 https://interseas.es/en/artificial-intelligence-and-automation-in-port-and-maritime-management/

2 The Traceability Hub. (s. d.). *Last-mile delivery traceability: Enhancing efficiency and customer trust*. https://thetraceabilityhub.com/last-mile-delivery-traceability-enhancing-efficiency-and-customer-trust

3.1.3. Assistència al conductor

La manca de conductors professionals i l'envelliment de la força laboral han situat la digitalització i l'assistència intel·ligent com a peces clau per garantir la continuïtat operativa del transport per carretera. En aquest context, la intel·ligència artificial pot ajudar a millorar la seguretat, reduir l'estrès i augmentar l'eficiència dels professionals al volant.

Els sistemes d'assistència avançada a la conducció (ADAS) utilitzen algoritmes d'IA i visió per computador per detectar obstacles, calcular distàncies de seguretat o anticipar maniobres de risc. Aquestes funcions s'han integrat progressivament en camions i vehicles industrials, reduint la sinistralitat i millorant la seguretat en entorns complexos com molls, terminals o zones logístiques d'alta densitat.

En paral·lel, les plataformes de telemetria i analítica avançada permeten avaluar el comportament de conducció en temps real. La IA és capaç d'identificar patrons de frenada, acceleració o ús del combustible, així com de detectar anomalies mecàniques abans que esdevinguin avaries greus. Aquesta informació facilita un manteniment predictiu més eficient i contribueix a la reducció de costos operatius i emissions.

D'altra banda, els sistemes d'assistència cognitiva i les interfícies conversacionals estan transformant la relació entre conductor i vehicle. Mitjançant agents virtuals de veu, els professionals poden consultar rutes, condicions meteorològiques o incidències de trànsit de manera natural i sense desviar l'atenció de la conducció. Aquests mateixos sistemes poden suggerir pauses, ajustar l'itinerari o enviar alertes automàtiques en cas de fatiga o comportament anòmal.

La combinació de totes aquestes eines reforça el benestar i la seguretat del conductor, redueix els temps d'inactivitat i incrementa la fiabilitat del servei. En conjunt, la IA no substitueix el professional, sinó que el complementa, dotant-lo de capacitats augmentades per conduir de manera més segura, eficient i sostenible. Aquests sistemes contribueixen també a millorar les condicions laborals, reduir fatiga i fer més atractiva la professió del conductor, un element clau per la retenció de talent.

La mateixa lògica d'assistència s'estén a altres àmbits del transport, com les operacions. En aquests entorns, sensors i sistemes d'IA calculen l'eslora, el vector de direcció i la velocitat marítimes portuàries de les embarcacions per optimitzar les maniobres d'amarrament i millorar la seguretat en les operacions d'entrada i sortida. Aquests models ofereixen recomanacions als equips de camp i permeten anticipar possibles incidents derivats de condicions adverses o de la interacció entre embarcacions[3].

3.1.4. Traçabilitat i control de la càrrega

La demanda creixent de transparència, seguretat i sostenibilitat ha impulsat l'adopció de sistemes basats en IA, IoT i visió artificial per monitorar en temps real l'estat, la ubicació i la integritat de les mercaderies al llarg de tota la cadena de subministrament.

Els sensors IoT incorporats en contenidors, palets, vehicles o vagons permeten recollir dades sobre temperatura, vibració, humitat o obertura de portes[4]. La IA analitza aquests senyals per detectar anomalies o patrons de risc, com per exemple, una variació de temperatura que podria comprometre un producte perible, i generar alertes automàtiques per activar protocols preventius. Aquest seguiment constant millora la seguretat alimentària, farmacèutica i industrial, i redueix les pèrdues derivades de manipulacions o danys en el transport.

En paral·lel, la visió artificial s'aplica en terminals, ports i magatzems per automatitzar la lectura de matrícules, número de vagons, codis de contenidor o precintes, fins i tot en formats no homogenis o amb condicions de visibilitat adverses. Els algoritmes d'IA permeten reconèixer els elements físics amb alta precisió i associar-los automàticament a registres digitals, evitant errors humans i garantint la traçabilitat completa de cada expedició. En alguns ports i terminals intermodals, aquestes tecnologies s'han combinat amb models LIDAR per calcular el volum de càrrega i generar representacions tridimensionals que faciliten la planificació de l'espai i la seguretat de les operacions.

A un nivell més avançat, la integració de bessons digitals logístics[5] permet visualitzar i simular tot el recorregut d'una mercaderia en entorns virtuals. Això

3 Ship Universe. (s. d.). *How AI and real-time data are revolutionizing port operations*. https://www.shipuniverse.com/how-ai-and-real-time-data-are-revolutionizing-port-operations

4 Logística Press. (2021.). *INPROUS lanza solución contenerizada a temperatura controlada*. https://logisticapress.com/inprous-lanza-solucion-contenerizada-a-temperatura-controlada/

5 Gartner. (2025). *Gartner identifies top supply chain technology trends for 2025*. https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2025-03-18-gartner-identifies-top-supply-chain-technology-trends-for-2025

facilita la detecció anticipada de colls d'ampolla, la verificació automàtica de la integritat dels precintes digitals i l'avaluació de riscos en escenaris reals i simulats. Els bessons digitals poden, a més, connectar-se amb sistemes d'anàlisi prescriptiva per recomanar accions correctores, com la reassignació de rutes o la reorganització d'espais en terminals.

Finalment, l'ús combinat d'IA i blockchain està consolidant un nou paradigma de confiança i transparència. Les dades recollides pels sensors es registren de manera immutable, creant un historial verificable de cada enviament que pot ser compartit entre tots els actors de la cadena (productors, transportistes, clients i autoritats) sense necessitat d'intermediaris. Això redueix les disputes, assegura la traçabilitat documental i facilita el compliment normatiu en matèria de seguretat, sostenibilitat o duanes.

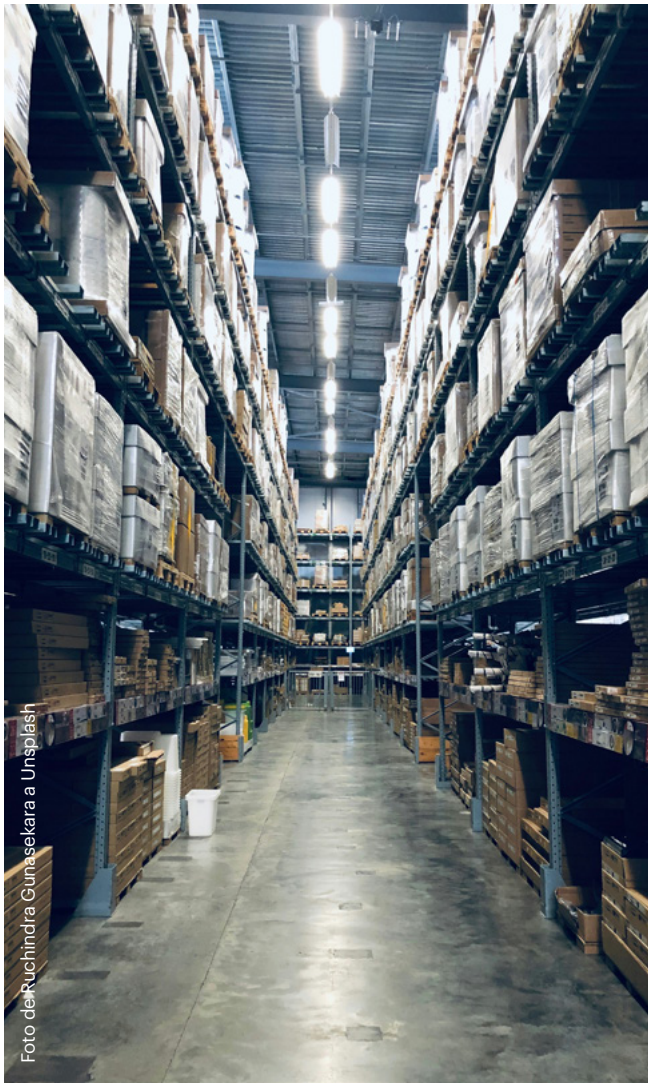


Foto de Ruchindra Gunasekara a Unsplash

3.2. Operacions de recepció, magatzems i expedicions

3.2.1. Automatització de la càrrega i descàrrega de contenidors

La gestió de contenidors és un àmbit clau on la tecnologia està transformant les operacions logístiques. Els ports, terminals intermodals i centres de distribució estan adoptant tecnologies basades en intel·ligència artificial, visió per computador i sensors LIDAR per millorar la precisió i reduir els temps d'operació en la manipulació de mercaderies.

Aquestes tecnologies permeten detectar automàticament la posició, volum i estat de la càrrega[6], generant models tridimensionals que optimitzen la planificació de l'espai i la col·locació dels contenidors o unitats de càrrega. Els sistemes d'IA poden analitzar en temps real les condicions operatives, com per exemple la meteorologia, la disponibilitat de grues o la densitat de trànsit dins la terminal, i ajustar els processos per maximitzar la productivitat i reduir els temps d'inactivitat.

Un altre àmbit d'aplicació és la lectura automàtica de codis, matrícules i precintes, fins i tot quan no són homogenis. Aquesta funcionalitat agilitza de manera notable les operacions de càrrega i descàrrega, ja que elimina verificacions manuals, redueix els temps d'espera i minimitza errors humans en la identificació de mercaderies. L'automatització d'aquests processos millora el flux d'entrada i sortida als magatzems i terminals, augmenta la capacitat operativa i permet gestionar volums més elevats amb menys recursos. A més, la integració amb plataformes de dades genera evidències digitals de cada moviment, facilitant l'auditoria i aportant transparència sense saturar el personal amb tasques administratives.

En el transport ferroviari, les terminals intermodals estan començant a desplegar sistemes similars per al reconeixement automàtic de vagons i unitats transportades[7]. Mitjançant sensors, OCR i RFID, aquestes solucions identifiquen cada vagó, verifiquen la càrrega i registren moviments amb precisió, reduint errors humans i esperes en maniobres d'acoblament o classificació.

6 ABB. (s. d.). *AI accelerates productivity and safety in the world of ports.* https://new.abb.com/news/detail/126045/ai-accelerates-productivity-and-safety-in-the-world-of-ports

7 RailMarket. (2024). *DB Cargo uses AI technology for efficient rail freight operations.* https://railmarket.com/news/freight-rail/23271-db-cargo-uses-ai-technology-for-efficient-rail-freight-operations

3.2.2. Intralogística i automatització de processos interns

La intralogística, és a dir, la gestió del flux intern de mercaderies, persones i equips, és un component molt important per garantir l'eficiència dels magatzems i centres de distribució. Actualment està evolucionant cap a entorns altament automatitzats on els sistemes d'IA coordinen el moviment, l'emmagatzematge i la preparació de comandes amb un gran grau de precisió.

Les solucions més avançades integren robots autònoms de transport intern (AGV), sistemes de *picking* intel·ligent i plataformes ASRS, capaços d'ajustar els recursos segons la càrrega de treball en temps real. La IA analitza contínuament dades sobre l'estat dels equips, la disponibilitat del personal i la ubicació de cada unitat, permetent reorganitzar les rutes internes i evitar colls d'ampolla i optimitzar l'espai dins del magatzem.

Els sistemes de visió artificial també juguen un paper fonamental: les càmeres i sensors reconeixen productes, comproven l'estat dels paquets i detecten anomalies o discrepàncies en temps real. Aquesta informació s'envia automàticament a les plataformes de gestió, que poden bloquejar processos, generar alertes o reassignar tasques segons la prioritat i la urgència.

D'acord amb Yango Robotics (2024)[8], la integració de sistemes robòtics pot reduir fins a un 30% els costos anuals associats a personal temporal i augmentar la productivitat entre un 40% i un 70%, especialment en magatzems d'alta rotació. A més, aquests sistemes redueixen les distàncies de desplaçament fins a un 50%, alliberant el personal per a tasques de més valor afegit i disminuint els riscos associats a moviments repetitius.

Finalment, la integració de bessons digitals en entorns intralogístics permeten simular reorganitzacions d'espai, proves de capacitat o ampliacions sense interrompre l'activitat.

8 Yango Robotics. (2025). *Article 1* https://robotics.yango.com/articles/article-1/

3.2.3. Automatització i optimització d'inventaris

En un entorn marcat per la volatilitat de la demanda i els costos logístics creixents, la intel·ligència artificial permet gestionar els estocs amb un nivell de control i anticipació sense precedents.

Els sistemes d'anàlisi predictiva interpreten patrons de consum, dades històriques i variables externes, com per exemple estacionalitat o tendències de mercat, per anticipar els volums necessaris de producte. Aquest enfocament dinàmic permet ajustar els nivells d'estoc a les fluctuacions reals del mercat, reduint tant els excedents com les ruptures de subministrament.

Al mateix temps, la incorporació de visió artificial i robòtica està transformant les tasques de recompte i verificació. Els sensors i càmeres poden identificar de forma automàtica la ubicació i l'estat de cada unitat, mentre que robots equipats amb IA realitzen inventaris continus sense interrompre l'activitat diària. Això garanteix una actualització permanent de les dades i redueix de manera dràstica els errors manuals.

3.2.4. Gestió de campa i traçabilitat de vehicles

La gestió dels fluxos de vehicles dins de ports, terminals o centres logístics requereix un control molt acurat per garantir la seguretat i la continuïtat operativa. En aquests entorns, on conviuen persones, maquinària i unitats en moviment constant, l'ajuda de solucions basades en dades i intel·ligència artificial permet orquestrar les operacions i millorar la seva coordinació de forma segura.

Les plataformes de gestió basades en IA integren la informació procedent de càmeres, sensors i sistemes GPS per identificar automàticament cada vehicle i seguir-ne el recorregut des de l'entrada fins a la sortida (en anglès conegut com *gate in – gate out*). Aquesta visibilitat completa permet localitzar en temps real qualsevol unitat dins de la campa, planificar moviments amb criteris de seguretat i optimitzar l'espai disponible. Els sistemes de visió artificial poden reconèixer vehicles encara que no tinguin matrícula o codis homogenis, un repte habitual en la gestió de flotes noves. El registre automàtic de moviments, combinat amb la detecció d'anomalies o canvis de posició, genera un historial complet de cada unitat i

facilita la traçabilitat documental sense necessitat d'intervenció manual.

La intel·ligència artificial també s'aplica a la planificació i optimització de rutes internes i la gestió de tasques dins la campa, ajustant-les segons la disponibilitat de personal, l'ocupació de les àrees i les prioritats operatives. Això contribueix a un flux més equilibrat, redueix les congestions i assegura que els recursos es destinin on són més necessaris.



Foto de Caleb-ruiter- a Unsplash

3.3. Operacions de seguretat i manteniment

3.3.1. Control de la seguretat d'instal·lacions i mercaderies

La seguretat física i digital és un àmbit cada vegada més interconnectat dins les operacions logístiques. Els ports, terminals i centres de distribució estan incorporant solucions basades en intel·ligència artificial, visió artificial i sensors LIDAR per detectar activitats no autoritzades, supervisar mercaderies i prevenir incidents en temps real.

En l'àmbit portuari, els drons autònoms equipats amb càmeres i sensors permeten vigilar zones restringides i detectar intrusions o anomalies sense risc per al personal. Les imatges captades s'analitzen mitjançant models d'IA capaços d'identificar moviments o objectes no habituals i enviar alertes immediates als equips de seguretat[9].

La integritat de les mercaderies es reforça amb sistemes automàtics de lectura de codis i precintes, fins i tot quan els formats no són homogenis. Aquests sistemes utilitzen visió artificial per validar cada unitat i assegurar-ne el registre correcte al llarg del procés logístic.

Per sobre de tot, la capa de *ciberseguretat* és bàsica per protegir la infraestructura digital que sosté les operacions logístiques modernes. En un ecosistema altament connectat, on solucions tecnològiques de gestió, sensors, sistemes de control de flotes i terminals automàtiques comparteixen dades en temps real, qualsevol vulnerabilitat pot derivar en interrupcions, manipulacions d'informació o riscos per a la continuïtat del servei. Els sistemes d'intel·ligència possibiliten anticipar, detectar i neutralitzar aquestes amenaces. Les aplicacions inclouen:

- Detecció d'anomalies i intrusions en xarxa en temps real: mitjançant models que monitoren el comportament normal dels sistemes i alerten automàticament quan es detecten patrons inusuals (trànsit inusual, accessos no autoritzats, manipulacions de dades).

9 JOC. (2025.). *Shared terminal operator rolls out AI-based gate security platform.* https://www.joc.com/article/shared-terminal-operator-rolls-out-ai-based-gate-security-platform-6063911

- Autenticació i control d'accés intel·ligents: combinant reconeixement biomètric, credencials digitals i sistemes adaptatius que ajusten permisos segons el context operatiu.
- Resposta automatitzada davant incidents: quan un atac o una intrusió és identificada, la IA pot activar protocols de mitigació, aïllar segments de xarxa o ordenar bloquejos parcials perquè l'operativa continuï amb mínimes interrupcions.
- Verificació de la integritat de dades i trànsit segur: sistemes capaços de validar que els paquets de dades, registres de sensors i ordres de moviment no es modifiquin en el trànsit ni siguin alterats per actors malintencionats.
- Simulació i prova de resistència (security-by-design): simulacions de ciberatacs sobre entorns digitals (bessons digitals de seguretat) per identificar vulnerabilitats prèvies i reforçar les defenses abans d'un atac real.



Foto de Ashley a Unsplash

3.3.2. Gestió d'actius i recursos

La gestió eficient dels actius és essencial per garantir la disponibilitat de les operacions logístiques. La combinació de sensors IoT, sistemes de monitoratge en temps real i algoritmes d'intel·ligència artificial permet detectar anomalies i anticipar possibles avaries abans que es produeixin, reduint parades inesperades i costos de manteniment.

Els *models de manteniment predictiu* analitzen patrons de vibració, temperatura, consum energètic o desgast dels components per estimar la vida útil dels equips i programar intervencions de manera òptima. L'ús d'IA en manteniment predictiu pot reduir les interrupcions no planificades i augmentar la disponibilitat operativa de la maquinària en entorns industrials i logístics. En l'àmbit ferroviari, les tecnologies de monitoratge intel·ligent i anàlisi avançada obren noves opcions per millorar la gestió dels actius[10]. La combinació de sensors IoT, plataformes de dades i models d'anàlisi permet supervisar l'estat de locomotores, vagons i infraestructures crítiques (com desviaments, catenàries o sistemes de senyalització) i detectar incidències abans que derivin en fallades operatives.

També s'estan aplicant bessons digitals[11] per millorar les tasques d'inspecció, especialment en embarcacions o grans infraestructures portuàries. Quan un vaixell es retira de l'aigua, els drons poden realitzar un vol de reconeixement combinant imatges òptiques i escaneig LIDAR, generant un model tridimensional d'alta precisió que permet detectar danys estructurals o zones que requereixen intervenció, reduint la necessitat d'instal·lar bastides o d'exposar el personal a riscos[12]. Els bessons digital també permeten simular escenaris de desgast, planificar substitucions i validar l'impacte de noves configuracions abans d'implementar-les en el món real. Això redueix riscos i facilita una gestió proactiva i basada en dades del cicle de vida dels actius. Apareix el concepte de TwinPorts[13], que combina drons, xarxes 5G i models de bessó digital per monitorar les condicions operatives de ports i terminals.

10 TCS. (s. d.). *Transforming Railroad Asset Management*. https://www.tcs.com/content/dam/global-tcs/en/pdfs/insights/whitepapers/Transforming-Railroad-Asset-Management.pdf

11 Port of Antwerp Bruges. (s. d.). *Smart Port* https://www.portofantwerpbruges.com/en/our-port/port-future/smart-port

12 DNV. (2023). *Remote drone-based ship hull survey* https://www.dnv.com/research/review-2023/featured-projects/remote-drone-based-ship-huii-survey/

13 Diversos autors (2023) TwinPort: 5G drone-assisted data collection with digital twin for smart seaports https://www.nature.com/articles/s41598-023-39366-1.pdf

3.4. Control de la qualitat de l'operativa i del servei

La intel·ligència artificial i tecnologies basades en dades també tenen impacte en el control de qualitat, sobre la fiabilitat i la millora contínua de les operacions logístiques. Els sistemes de visió artificial permeten inspeccionar mercaderies i processos de manera automàtica, contínua i sense interrupcions, detectant defectes, danys o desviacions respecte als estàndards establerts[14]. Aquestes plataformes combinen càmeres d'alta resolució amb algoritmes de reconeixement d'imatge capaços d'identificar anomalies com embalums incorrectes, etiquetes mal posicionades o impactes en l'embalatge, i generar alertes instantànies per a la seva correcció.[15]

La digitalització d'aquestes tasques redueix els errors humans i permet traçar la qualitat de cada expedició o lot, creant un registre verificable que pot ser compartit amb clients i proveïdors com a evidència de conformitat. En entorns automatitzats, aquesta informació s'integra amb els sistemes de gestió d'inventari i expedicions, facilitant la presa de decisions basada en dades reals i històrics de rendiment.

A nivell estratègic, totes aquestes dades alimenten indicadors clau de rendiment (KPIs) que permeten mesurar la qualitat global de l'operativa, comparar resultats entre centres logístics o transportistes i detectar àrees de millora contínua. En molts casos, els sistemes d'IA són capaços fins i tot de *predir possibles incidències* abans que es produeixin, proposant ajustos de recursos, rutes o personal segons la càrrega de treball i les condicions operatives. Aquest enfocament *data-driven* transforma la gestió de la qualitat en un procés dinàmic, integrat i transparent, on cada dada capturada es converteix en una oportunitat per augmentar la fiabilitat i la satisfacció del client.

3.5. Operacions de logística inversa

L'aplicació de la intel·ligència artificial en aquest àmbit permet automatitzar la classificació de productes retornats, optimitzar els fluxos de retorn i anticipar els volums de devolucions[16] amb una precisió cada vegada més gran:

- Predicció intel·ligent de retorns: els sistemes d'IA analitzen dades històriques i en temps real per anticipar volums de devolucions segons el comportament del consumidor, la tipologia de producte i la temporada. Aquesta previsió permet dimensionar recursos, planificar l'espai d'emmagatzematge i ajustar la capacitat logística en períodes de màxima activitat com el Black Friday o les rebaixes.
- Processament i triatge automatitzat: l'ús de càmeres combinades amb algoritmes de *machine learning* poden inspeccionar productes retornats determinar el seu estat i decidir si cal reparar-los, reciclar-los o reintroduir-los al mercat[17]. Aquesta automatització redueix errors humans, accelera els temps de processament i millora la recuperació de valor dels productes.
- Optimització logística dels fluxos de retorn: la IA contribueix a definir les rutes més eficients per a la recollida i redistribució de productes, reduint costos de transport i emissions associades. Els models predictius consideren variables com la ubicació dels clients, la capacitat dels centres de retorn i la disponibilitat de vehicles elèctrics o compartits.
- Prevenció de frau i devolucions abusives: algoritmes avançats analitzen patrons de compra i retorn per identificar anomalies —com devolucions recurrents, inconsistències en les dades o intents d'aprofitar polítiques comercials—. Aquest control predictiu redueix pèrdues econòmiques i protegeix la integritat de la cadena logística.

14 Siemens. (2025.). *AI-based quality inspection*. ww.siemens.com/global/en/products/automation/topic-areas/industrial-ai/usecases/ai-based-quality-inspection.html

15 Körber Supply Chain. (s. d.). *Intelligent Singulation – Visicon Parcel Solutions* https://koerber-supplychain.com/supply-chain-solutions/parcel-logistics/parcel-solutions/intelligent-singulation-visicon

16 Diversos autors (2024) Application of artificial intelligence in reverse logistics: A bibliometric and network analysis https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2949863524000190

17 LogiNext (2024) — *Revolutionizing Returns: AI and ML in Reverse Logistics Software.* https://www.loginextsolutions.com/blog/revolutionizing-returns-ai-and-ml-in-reverse-logistics-software

3.6 Operacions internes i processos de *backoffice*

La digitalització de les operacions internes i de suport s'ha convertit en un element transversal a tots els sectors, amb un impacte igualment rellevant en la logística. Les tasques de *backoffice* relacionades amb la gestió documental, la facturació, l'atenció al client o la planificació administrativa estan sent transformades per la incorporació de solucions d'intel·ligència artificial, que permeten automatitzar processos, millorar la precisió i reduir costos operatius.

L'auge de la IA generativa ha accelerat aquesta evolució, oferint noves capacitats per comprendre, resumir i generar documents, correus o informes de manera autònoma. Aquest tipus de tecnologia complementa els sistemes tradicionals de RPA (Robotic Process Automation) i d'analítica avançada, donant lloc a entorns híbrids capaços de gestionar grans volums d'informació i d'aprendre dels patrons operatius. Cada vegada més, aquestes solucions evolucionen cap a models d'IA agentiva, formats per agents autònoms capaços de prendre decisions, executar tasques seqüencials i col·laborar entre si per assolir objectius definits. En l'àmbit logístic, això permet que els sistemes puguin coordinar de manera proactiva processos interns, com validar factures, actualitzar inventaris o reorganitzar l'assignació de recursos sense intervenció humana directa.

En el cas de la logística, totes aquestes aplicacions tenen una incidència directa en l'eficiència global de la cadena de subministrament: des de la tramitació d'albarans o la gestió d'incidències fins a la previsió de càrregues administratives o l'assignació de personal. La IA actua com a capa intel·ligent que connecta l'activitat física amb la informació de gestió, aportant visibilitat, traçabilitat i capacitat predictiva.

3.6.1. Automatització administrativa i gestió documental

Les àrees de suport i *backoffice* de les empreses logístiques estan canviant molt gràcies a la intel·ligència artificial aplicada a la gestió de processos administratius. La incorporació de sistemes de reconeixement òptic de caràcters (OCR) i processament del llenguatge natural (NLP) permet automatitzar tasques rutinàries com la lectura de factures, albarans i documents duaners, reduint errors i accelerant la tramitació.

Els assistents intel·ligents poden verificar automàticament la coherència de dades entre documents, detectar discrepàncies en preus o volums i actualitzar sistemes ERP sense intervenció manual. A més, les plataformes basades en IA milloren la classificació i arxiu digital de documents, aplicant etiquetes semàntiques per facilitar-ne la recerca i el compliment normatiu (com el seguiment de traçabilitat o els requisits de transport internacional).

Aquesta automatització permet alliberar temps del personal administratiu perquè pugui dedicar-se a tasques de major valor afegit, com l'anàlisi de costos, la planificació de recursos o la millora contínua de processos.

3.6.2. Suport a la presa de decisions i anàlisi operativa

Els sistemes d'anàlisi augmentada basats en IA faciliten el monitoratge de les operacions internes a temps real. Els quadres de comandament o *dashboards* intel·ligents integren dades de diversos departaments, com transport, magatzem, finances i servei al client, i generen recomanacions automàtiques per millorar l'eficiència global.

Aquests entorns d'anàlisi poden detectar patrons anòmals (per exemple, increments sobtats en els costos de combustible, temps de processament o incidències en devolucions) i proposar accions correctores. Els models *cost-to-serve*, combinats amb aprenentatge automàtic, permeten identificar clients o serveis menys rendibles i ajustar estratègies comercials o logístiques.

3.6.3. Atenció al client i gestió d'incidències

Els sistemes d'agents conversacionals (xatbots) i assistència virtual, basats en IA generativa, estan millorant la gestió d'incidències i consultes tant internes com externes. En l'àmbit logístic, aquests assistents poden atendre sol·licituds de seguiment d'enviaments, reclamacions o canvis de comanda, donant respostes personalitzades basades en dades reals de traçabilitat.

A nivell intern, la mateixa tecnologia s'aplica a portals de suport per a conductors o operadors, oferint ajuda sobre protocols, documentació o normativa. Aquesta atenció 24/7 redueix temps de resposta i incrementa la satisfacció del client, alhora que descarrega els equips humans de gestió repetitiva.

Els models d'anàlisi de sentiment també permeten detectar patrons de queixa o insatisfacció, anticipant possibles desviacions en la qualitat del servei i contribuint a una gestió proactiva de l'experiència de client.

3.6.4. Optimització de recursos humans i planificació interna

Les solucions orientades a la planificació intel·ligent integren algoritmes que son capaços d'ajustar horaris, torns i càrregues de treball segons la demanda operativa. En magatzems o centres logístics de distribució, la IA pot recomanar distribucions òptimes de personal segons el volum de comandes, la complexitat de les tasques o l'historial de rendiment.

Els sistemes d'aprenentatge automàtic també s'utilitzen per anticipar absències o pics d'activitat, suggerir substitucions i avaluar l'impacte de cada canvi en la productivitat global. A més, la combinació de dades de sensors, registres de temps i KPI interns permeten analitzar la fatiga o la saturació dels equips, promovent una assignació més equilibrada dels recursos i millorant la seguretat laboral.

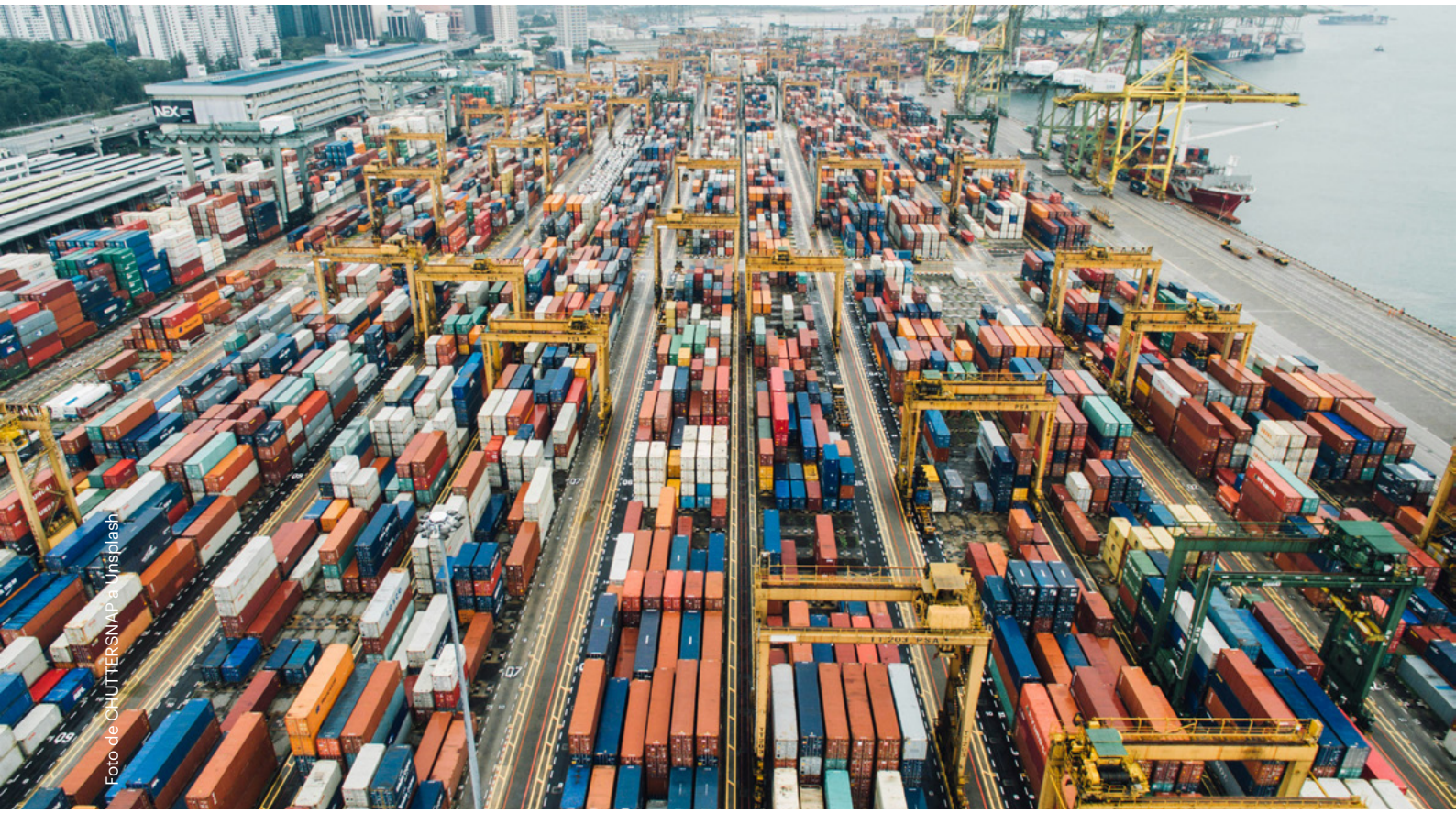


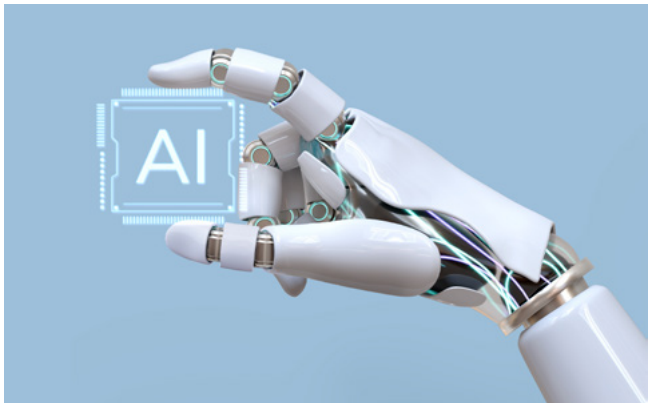
Foto de SHUTTERSNAP a Unsplash

Anàlisi de la IA en l'àmbit de la logística a Catalunya

4

Índex

En aquest apartat s'examina la situació i presència actuals de la IA i el sector de la logística a Catalunya. Es descriuen les principals fortaleses, característiques estructurals i factors que en configuren la competitivitat del país. S'examina l'ecosistema logístic català des d'una perspectiva integral posant en relleu els elements que posicionen el territori com un node estratègic al sud d'Europa. Tot seguit, s'exposen els agents clau, les iniciatives destacades i les dinàmiques de transformació que impulsen l'evolució del sector cap a models més digitals, sostenibles i intermodals.



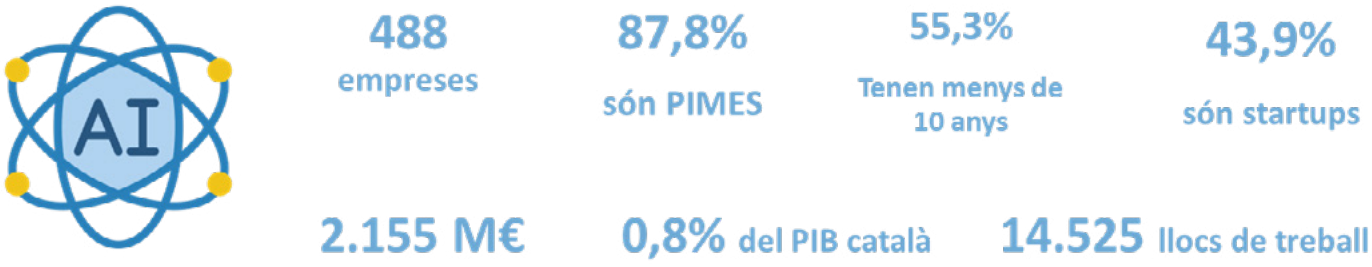
4.1. La IA a Catalunya

L'Informe de *La intel·ligència artificial a Catalunya* realitzat per ACCIO realitza un mapatge de l'ecosistema de la IA a Catalunya. Identifica 488 empreses, que representa un 173% més que el nombre d'empreses que hi havia l'any 2019, de manera que es destaca un creixement molt important. Si analitzem les empreses el 43,9% són empreses emergents.

A banda de les empreses del sector tecnològic, a Catalunya hi ha un ecosistema de coneixement, generació de talent i el desenvolupament tecnològic amb les universitats, els centres tecnològics i de recerca, i la comunitat científica. Actualment hi ha 39 centres de recerca i instituts de recerca que treballen en l'àmbit de la IA, i més de 70 grups de recerca intensius en IA.

A més a més, la fortalesa del sector TIC català, amb un ecosistema digital d'emprenedoria, capacitat d'atracció d'inversions en tecnologia i generació d'un sector emergent com és el de la intel·ligència artificial, fan del país un pol d'innovació digital capdavanter a nivell d'Europa.

Figura 1. Visió esquemàtica de l'ecosistema de la IA a Catalunya



Font: elaboració pròpia a partir de les dades d'ACCIÓ

4.2. Logística: fortaleses i acceleradors a Catalunya

Catalunya s'ha consolidat com un dels principals hubs logístics del sud d'Europa gràcies a la combinació d'una ubicació geoestratègica privilegiada, unes infraestructures avançades, un ecosistema econòmic actiu i un entorn d'innovació dinàmic.
Una de les grans fortaleses de Catalunya és la seva ubicació geoestratègica al sud d'Europa, que permet un accés ràpid als mercats del centre d'Europa, al nord d'Àfrica i a l'àrea mediterrània i asiàtica, amb la possibilitat d'arribar a més de 400 milions de consumidors en menys de 48 hores[1]. Aquesta ubicació reforça la capacitat de distribució del territori i afavoreix la implantació d'empreses internacionals. El sistema de transport català està vinculat al Corredor del Mediterrani, un dels corredors prioritaris de la xarxa europea TEN-T[2], que connecta Catalunya amb el centre d'Europa i impulsa la mobilitat de mercaderies i la intermodalitat logística.

Catalunya disposa d'infraestructures portuàries i aeroportuàries de primer nivell que reforcen el seu paper com a hub logístic al sud d'Europa. El Port de Barcelona és considerat un dels nodes logístics més competitius del continent i ha estat reconegut com el segon port europeu més atractiu per a inversions logístiques segons l'European Port Logistics Opportunity Index[3]. El port destaca pel seu alt nivell de connectivitat internacional i per la seva xarxa de ports secs i terminals interiors, que inclou nodes com Zaragoza (tmZ), Coslada, Azuqueca, Montsó (TIM i AgroTIM), LiteraTIM, Perpinyà o Vilamalla. Aquest model intermodal permet apropar els serveis portuaris als principals centres productius i ampliar la capacitat de distribució del Port de Barcelona cap al mercat peninsular i europeu. El Port de Tarragona complementa aquest sistema amb un elevat volum de trànsit i una especialització consolidada en mercaderies a granel i càrregues específiques, mentre que altres ports gestionats per la Generalitat, com Palamós, Vilanova i la Geltrú, Sant Carles de la Ràpita, Vallcarca i Alcanar, contribueixen a augmentar la capacitat logística del territori.

En l'àmbit aeri, l'Aeroport de Barcelona–El Prat és una infraestructura estratègica per al transport de mercaderies i un dels principals nodes de connectivitat internacional del sud d'Europa. El 2024 va gestionar 181.688 tones de càrrega,[4] amb un creixement del 16,1% respecte a l'any anterior, consolidant la seva importància en el moviment de mercaderies d'alt valor afegit. A més, l'aeroport ha rebut nombrosos reconeixements internacionals: ha estat distingit en tres ocasions com a "Best Airport in Southern Europe", i ha estat reconegut amb el certificat Highly Commended en la categoria Best Airport Over 40 Million Passengers[5]. Aquest conjunt de prestacions i guardons reforça el paper de Barcelona–El Prat com un hub aeri competitiu i altament valorat a escala global.

La infraestructura logística de Catalunya és robusta i diversa. El territori compta amb més de 7 milions de metres quadrats de superfície útil de magatzem, dels quals més de 5,3 milions es concentren a la província de Barcelona[6], amb la presència de plataformes logístiques destacades com la CIM Vallès, Prologis Park Les Franqueses o Sant Boi. A la Regió Metropolitana de Barcelona operen com a terminals intermodals, Barcelona–Can Tunis, Barcelona–Morrot, el Port de Barcelona i La Llagosta, i com a installació logística ferroviària de mercaderies Castellbisbal i Martorell (privada), que connecten el ferrocarril amb els principals ports i centres logístics del territori. Pel que fa a les Zones d'Activitat Logística, la ZAL Port de Barcelona i la ZAL Port de Tarragona actuen com a nodes de distribució d'alta capacitat; la ZAL BCN va assolir una ocupació del 99% i un trànsit de 640.000 TEU anuals[7].

Pel que fa als modes de transport, el transport per carretera és el més estès gràcies a la seva capil·laritat i flexibilitat, essent essencial en la distribució

1 Port de Barcelona. (s. d.). *Logística.*https://www.portdebarcelona.cat/es/negocio-y-servicios/traficos-y-mercancias/logistica

2 Unió Europea – Mobilitat i Transport. (s. d.). *Mediterranean Corridor — TEN-T.* https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/infrastructure-and-investment/trans-european-transport-network-ten-t/mediterranean-corridor_en

3 Barcelona & Catalonia. (2020). *Barcelona is the second most attractive European port city for logistics investment.* https://barcelonacatalonia.eu/en/barcelona-is-the-second-most-attractive-european-port-city-for-logistics-investment

4 Aena. (2024). *Estadísticas 2024* https://www.aena.es/doc/press-detail/250113-aena-estadisticas-2024-eng.pdf

5 Aena. (s. d.). *Josep-Tarradellas Barcelona–El Prat Airport.* https://www.aena.es/en/airlines/airports-and-destinations/our-airports/josep-tarradellas-barcelona-el-prat.html

6 Fundació BCN Formació Professional. (2020). *Sector logístic: Els sectors econòmics emergents i la formació professional a la Regió Metropolitana de Barcelona.* https://www.fundaciobcnfp.cat/wp-content/uploads/2020/11/Fundacio-BCNFP_Sector-logistic_170x240_DIGITAL_menyspes-INFIORME-CAT-ENTR.pdf

7 Fundació BCN Formació Professional. (2020). *Sector logístic: Els sectors econòmics emergents i la formació professional a la Regió Metropolitana de Barcelona.* https://www.fundaciobcnfp.cat/wp-content/uploads/2020/11/Fundacio-BCNFP_Sector-logistic_170x240_DIGITAL_menyspes-INFIORME-CAT-ENTR.pdf

urbana, la darrera milla, els productes frescos i els serveis *just-in-time*. Catalunya disposa d'una extensa xarxa viària articulada per corredors com l'AP-7, l'A-2 o la C-58. El transport ferroviari s'ha consolidat com una alternativa estratègica per al moviment de mercaderies de gran volum i llarg recorregut, amb terminals com La Llagosta, Can Tunis o Tarragona, que enllacen directament amb ports i centres logístics. Finalment, la multimodalitat (integrant carretera, ferrocarril i marítim) permet optimitzar costos, reduir emissions i millorar l'eficiència global de la cadena logística, convertint Catalunya en un territori especialment competitiu en logística integrada.

Aquestes infraestructures donen suport a un ecosistema industrial diversificat que inclou prop de 35.000 empreses manufactureres dels sectors de la química, l'alimentació i les begudes, l'automoció, la metal·lúrgia i les ciències de la vida[8]. Aquesta concentració genera una demanda logística constant i especialitzada, que impulsa l'activitat d'operadors 3PL i multisectorials i afavoreix el desenvolupament de nodes logístics integrats que s'han esmentat com la ZAL Port, CIM Vallès, Mercabarna o els parcs de Prologis.

A més, Catalunya compta amb agents sectorials de referència que contribueixen de manera decisiva a l'enfortiment i cohesió de l'ecosistema logístic. El Centre Espanyol de Logística (CEL) i el Clúster de Logística de Catalunya actuen com a plataformes de coneixement i col·laboració, impulsant la professionalització del sector, la difusió de bones pràctiques i la promoció de projectes d'innovació compartida. La seva tasca és clau per connectar empreses, operadors, centres tecnològics i administracions, i per reforçar la competitivitat i la capacitat d'adopció de tecnologies avançades al territori.

Més enllà d'aquestes fortaleses logístiques i industrials, Catalunya disposa també d'un conjunt ampli d'actius estratègics que reforcen la seva competitivitat global. El territori compta amb un sistema consolidat de coneixement i innovació, una xarxa d'universitats i centres tecnològics de primer nivell, un ecosistema empresarial i emprenedor altament dinàmic, iniciatives públiques que impulsen l'adopció de tecnologies avançades i infraestructures científiques de referència internacional. Tots aquests elements configuren un entorn favorable al desenvolupament de projectes transformadors i complementen el posicionament del país, tal com s'exposa a continuació:

Sistema de coneixement consolidat

Universitats: Les activitats de formació al voltant de la IA en són un motor crucial per al seu desenvolupament i Catalunya disposa d'un ecosistema ric en universitats de referència. Les principals universitats catalanes incorporen al currículum cursos, assignatures i postgraus específics en IA en els seus programes d'estudis. Actualment es pot accedir a graus específics en IA, a màsters com el Màster interuniversitari en IA (UPC-UB-URV) i el Màster oficial en Visió per Computador (UAB, UOC, UPC, UPF i CVC). La UPC també ofereix un Doctorat en IA. A més a més, també es compta amb assignatures d'intel·ligència artificial o ciència de les dades de graus i màsters de *data science* i altres cursos de curta durada (La Salle-URL, UPC, etc.).

Centres tecnològics i de recerca: Catalunya disposa d'un model de recerca d'excel·lència. Compta amb diversos centres especialitzats en IA com el Centre de Visió per Computador (CVC), l'Institut de Robòtica i Informàtica Industrial (IRI), l'Institut d'Investigació en Intel·ligència Artificial (IIIA-CSIC), el Barcelona Super Computing Center (BSC), i el Centre de Recerca en Ciència de Dades Intel·ligent i Intel·ligència Artificial (IDEAI-UPC). Disposa també de centres tecnològics i de recerca enfocats a la innovació i la transferència com Eurecat i i2CAT.

Talent professional: Catalunya, i en especial Barcelona, és un bon pol d'atracció i demanda de talent (per factors com qualitat de vida, ecosistema actiu i altres aspectes). El Digital Talent Overview report 2022[9] declara la IA com un dels sectors emergents amb més demanda i millor projecció de la ciutat de Barcelona amb una manca prevista de 16.000 professionals en TIC a Barcelona aproximadament, la majoria en el camp de la IA.

8 Catalonia.com. (s. d.). *Top international players in Catalonia – Manufacturing*. https://catalonia.com/why-catalonia/top-international-players-in-catalonia/manufacturing

9 MWC, 2022. *Digital Talent reports* https://barcelonadigitaltalent.com/en/report/digital-talent-overview-2022/

Lideratge d'iniciatives

Les administracions públiques tenen voluntat de donar impuls a iniciatives d'IA amb diferents iniciatives, de les quals es destaquen:

- Estratègia Catalunya IA 2030[10]: L'Estratègia Catalunya IA 2030 és un pilar fonamental per reforçar la competitivitat, la cohesió territorial i el lideratge tecnològic de Catalunya en un àmbit estratègic i en evolució constant. El Govern promou el desenvolupament i l'adopció de tecnologies d'IA a Catalunya que tinguin en compte la transparència, la justícia, la seguretat, la responsabilitat, la privacitat, l'autonomia, la sostenibilitat i la diversitat cultural per generar prosperitat compartida. L'impacte transformador de la IA ha de portar sempre davant la dignitat humana, la democràcia i l'Estat de dret.
- DIH4CAT: El Digital Innovation Hub de Catalunya és un ecosistema regional d'innovació sense ànim de lucre, format pels principals agents de suport a la digitalització de Catalunya, que té com a objectiu impulsar la transformació tecnològica de la Petita i Mitjana Empresa (PIME) amb especial focus en els sectors industrials i proveïdors de tecnologia), les empreses emergents tecnològiques i les entitats publiques. El DIH4CAT es constitueix seguint el model dels digital innovation hubs establert per la Comissió Europea i es configura com una comunitat de serveis en xarxa través de la qual la indústria i les administracions públiques poden accedir a un conjunt de serveis, infraestructures, capacitats i solucions tecnològiques i no tecnològiques per impulsar la seva transformació digital i tecnològica; alhora, actua com a connector avançat entre l'oferta i la demanda que existeix en el conjunt de Catalunya.
- Xarxa RDI-IA: té com a missió dotar l'ecosistema català d'IA de mecanismes de transferència tecnològica i de valorització del coneixement generat a les universitats i centres tecnològics.
- Les Càtedres ENIA (Estratègia Nacional d'Intel·ligència Artificial) són una iniciativa del Govern d'Espanya per fomentar la investigació, el desenvolupament i l'aplicació de la intel·ligència artificial a diferents àmbits. Aquestes càtedres es van crear com a part de l'Estratègia Nacional d'Intel·ligència Artificial, que busca impulsar el desenvolupament de la IA i aprofitar-ne el potencial per al creixement econòmic i la millora de la societat.

Pol d'Innovació

Catalunya destaca també com un pol de talent i innovació. El 2022 va ser el 5è destí preferit de la UE per establir-hi startups i el 2n hub europeu amb més fundadors formats localment. Barcelona és la 4a ciutat europea preferida per acollir fires i congressos logístics. La Logistics 4.0 Incubator, la primera incubadora estatal dedicada a la cadena logística 4.0, ha incubat uns 60 projectes segons la seva pàgina institucional i ofereix un espai de coworking, mentoria i accés a inversors per a startups logístiques[11].

Bons indicadors en el marc de la recerca europea: en el que es destaca que Catalunya és referent de recerca en IA de l'HORIZON Europe amb 95 projectes que equivalen a un 3,5% del total europeu[12].

Catalunya també participa a ELLIS (European Laboratory for Learning and Intelligent Systems), la xarxa paneuropea d'excel·lència en intel·ligència artificial (IA) que connecta els millors investigadors i investigadores en aquest àmbit, mitjançant la unitat ELLIS Barcelona.

Fort teixit empresarial

Indústria, startups i emprenedoria tecnològica: Barcelona s'ha posicionat[13] com segon hub de la UE preferit pels fundadors d'empreses emergents i és el quart hub en inversió. També s'han atret acceleradors d'empreses emergents i *venture builders* i de capital de risc que ofereixen una oportunitat única per desenvolupar nous negocis al voltant de la majoria de tecnologies disruptives. El 36% de les empreses emergents tenen intel·ligència artificial i el Big Data com a principal tecnologia. Destaquen organitzacions vinculades a l'emprenedoria tecnològica com el Barcelona Tech City.

10 Generalitat de Catalunya. (2023). *Catalonia.AI: Estratègia d'intel·ligència artificial de Catalunya 2030. Departament de la Vicepresidència i de Polítiques Digitals i Territori.* https://politiquesdigitals.gencat.cat/web/.content/00-arbre/economia/IA/Estrategia-Catalunya-IA-2030.pdf

11 ZF Barcelona Zona Franca. (s. d.). *Logistics 4.0 incubator* https://zfbarcelona.es/en/innovation/logistics-4-0-incubator/

12 ACCIO (2024). *La IA a Catalunya.* https://www.accio.gencat.cat/ca/serveis/banc-coneixement/cercador/BancConeixement/la-intelligencia-artificial-a-catalunya

13 Catalonia Startup Hub. (2025.). *List of startups* https://startupshub.catalonia.com/list-of-startups

Sòlid teixit associatiu

Catalunya destaca per la forta incidència associativa fins i tot l'àmbit d'IA. En aquest sentit, l'any 1994 es constitueix formalment l'Associació Catalana d'Intel·ligència Artificial (ACIA). Avui, l'ACIA reuneix la major part de la comunitat científica catalana d'IA, així com antics alumnes, professionals del sector i alguns associats institucionals. Tot i ser l'associació d'un petit territori, l'ACIA és, des de l'any 1995, un capítol de l'Associació Europea d'Intel·ligència Artificial (EurAI) i organitza una conferència anual de caràcter internacional des de l'any 1998. Per altra banda, Catalunya disposa del Col·legi Oficial d'Enginyeria Informàtica de Catalunya, el COEINF. Des de l'any 2016, el COEINF inclou una posició específica en el seu equip directiu dedicada a la IA: el vicedeganat de Big Data, Ciència de les Dades i Intel·ligència Artificial. Aquesta posició promou el desenvolupament fructífer del sector empresarial en aquests camps, inclosa la necessitat de reduir l'escletxa de gènere en el sector, amb una comissió dedicada a aquest tema: donesCOEINF. La bretxa de gènere també es va convertir en objecte de consideració per a l'ACIA i el 8 de març de l'any 2019 aquesta va fundar un grup de treball de dones en IA a Catalunya anomenat donesIAcat. En aquest mateix sentit es va fundar el Top Rosies Talent. És un programa de generació de talent femení en intel·ligència artificial impulsat per donesIDEAI, les investigadores del centre de recerca IDEAI-UPC que s'adreça prioritàriament a dones que estan cursant el darrer curs en una carrera STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics) o recent graduades.

Disposició d'infraestructures adequades

Infraestructures de transport destacables i obertes a nivell global com són el port o l'aeroport de Barcelona. Hubs logístics i industrials com la zona franca i els parcs automobilístics. Infraestructures tècniques d'alt nivell com el Supercomputador, el MareNostrum, instal·lat a Barcelona l'any 2005, al Centre Nacional de Supercomputació (BSC-CNS), una referència internacional crucial per al processament de dades massives, o el Centre de Visió per Computador (CVC), que disposa de més de 200 unitats de processament gràfic (GPU) connectades en xarxa, el que el converteix en un dels centres amb major nombre de GPUs treballant simultàniament del món. A més, Barcelona compta amb el Labs.5G Barcelona, en connexió amb la Mobile World Capital, per donar suport a la innovació en tecnologia 5G. També es disposa del sincrotró ALBA, que és una infraestructura científica singular.

La creació de la primera IA Factory europea[14] a Barcelona que s'implementarà al Barcelona Supercomputing Center (BSC-CNS) consolida la regió com a referent tecnològic, amb una inversió de 198 milions d'euros anunciada el desembre del 2024. Aquest espai proporcionarà accés a supercomputació, eines avançades i talent especialitzat, facilitant l'adopció de solucions d'IA per part de petites i mitjanes empreses (PIMES) i multinacionals.

Seu de grans esdeveniments

Barcelona és seu d'alguns dels esdeveniments de més renom internacional en l'àmbit de la tecnologia i la digitalització de l'economia, com per exemple: Mobile World Congress (MWC), Integrated Systems Europe (ISE), Smart City Expo World Congress, Smart Mobility World Congress, Advanced Factories o AI Congress.

En l'àmbit específic de la logística, Catalunya acull esdeveniments de referència de caràcter internacional. Destaquen el Saló Internacional de la Logística (SIL Barcelona), la principal fira iberoamericana de logística, transport, intralogística i supply chain; el Gartner Supply Chain Symposium/Xpo Barcelona, una trobada anual dedicada a la innovació i a l'estratègia de la cadena de subministrament; i el Barcelona New Economy Week (BNEW), que inclou una vertical específica de Logística, centrada en les tendències emergents, la digitalització dels processos logístics i la nova economia urbana.

14 Barcelona Supercomputing Center. (2024.). *El BSC acollirà una de les set fàbriques europees DIA per impulsar-ne el desenvolupament de l'ecosistema.* https://www.bsc.es/ca/noticies/noticies-del-bsc/el-bsc-acollir%C3%A0-una-de-les-set-f%C3%A0briques-europees-dia-impulsar-ne-el-desenvolupament-lecosistema

4.2.1. Algunes iniciatives d'IA per la logística

En aquest apartat es recullen exemples concrets de solucions de tecnologies basades en dades i intel·ligència artificial desenvolupades en el sector a Catalunya, o amb participació catalana, amb la finalitat de posar en valor iniciatives impulsades per diversos actors del territori.

Aquest apartat mostra 19 exemples que il·lustren com la intel·ligència artificial i les tecnologies basades en dades estan impactant al sector logístic català. S'hi presenten projectes impulsats per empreses de logística i tecnològiques, entitats, centres tecnològics, universitats i altres actors de l'ecosistema, que reflecteixen el dinamisme i la capacitat innovadora del sector. Les iniciatives seleccionades aborden alguns dels principals desafiaments logístics identificats al document: la millora de l'eficiència en el transport i la distribució, l'automatització d'operacions, la reducció d'emissions, la visibilitat en temps real de la cadena de subministrament i la gestió intel·ligent d'infraestructures i actius.

El llistat de les iniciatives es troba en la següent taula, i es pot accedir al contingut detallat a l'ANNEX. Per cada projecte s'ha descrit: i) el repte que es vol solucionar, ii) una breu descripció, iii) la innovació proposada, iv) el perfil tecnològic i la seva aplicació en la indústria, v) els agents impulsors, i vi) els principals beneficis així com el potencial de creixement o les estratègies futures dels executors del projecte.

Casos il·lustratius
Disruptive (MOSAIC FACTOR): LLM especialitzat que recopila notícies i detecta, classifica i monitoritza disrupcions a la cadena logística, identificant actors i ubicacions afectades.
Port d'Antwerp-Bruges – Cargo Flow Predictor (PIONEERS / MOSAIC FACTOR): Eina predictiva del flux de càrrega per optimitzar el canvi modal
Port de Barcelona – Container Transport Forecast (PIONEERS / MOSAIC FACTOR): Sistema que prediu la demanda de moviments de camions i optimitza l'assignació i rutes de flota per millorar l'eficiència del transport terrestre de contenidors.
SmartEcoReefer (INPROUS): Contenidor de fred passiu amb sensors i IA que prediu el comportament tèrmic i l'autonomia restant, amb blockchain per assegurar integritat de dades.
CDA – Assistent intel·ligent per a despatxos duaners (ROMEU): Automatitza el despatx duaner (lectura, validació i extracció de dades) i integra el traspàs directe a TARIC per reduir temps i errors.
Data Extractor – Extracció intel·ligent de dades documentals (ROMEU): Automatitza la classificació i extracció d'informació de documents logístics, amb suport d'IA generativa per resum i traducció, i integració a sistemes de negoci.
GPT Romeu – Assistents conversacionals corporatius especialitzats (ROMEU): Agents conversacionals basats en IA generativa entrenats amb documentació interna per donar suport segur i contextualitzat a processos corporatius.
Agent de gestió automàtica de reclamacions de factures (ROMEU): Detecta sol·licituds per correu, valida el remitent i genera esborranys de resposta amb la documentació requerida, amb traçabilitat i seguretat.
Agent conversacional telefònic (ROMEU): Realitza trucades automàtiques, transcriu converses i activa accions via API per agilitzar confirmacions i gestions operatives.
3-CO app (ENIDE): App que reconeix certificacions en productes i n'explica el significat i reputació per ajudar el consumidor a decisions de compra responsables.
Planificació i seqüenciació del trafegament a bodegues (EURECAT): Model d'optimització que seqüencia moviments entre tancs per reduir consum d'aigua i energia i millorar la planificació del procés productiu.
ESEP4Freight – intermodal (EURECAT) Plataforma web que integra informació i eines (rutes, costos externs, mapes) per fomentar el transport ferroviari i el canvi modal, incloent demostració de blockchain per traçabilitat.
ADAPTA (EURECAT): Càrrega i descàrrega autònoma de camions en entorns no estructurats
GREENLOG (EURECAT): Transport robòtic de mercaderies entre hubs urbans mitjançant mobilitat multimodal
PYTHIA (VEEPEE): Model de machine learning que preveu vendes i unitats per venda flash (per dia i país) per dimensionar magatzems i capacitat logística amb menys incertesa.

GALA (VEEPEE): Sistema basat en predicció per SKU que decideix la classificació de productes a recepció per optimitzar capacitat i productivitat del magatzem i reduir costos.
Agentic monitoring 24/7 (TRUECOLD): Plataforma de dades de cadena de fred que centralitza IoT i aplica ML + IA generativa per alertes predictives i anàlisi de causa arrel, reduint merma i millorant qualitat.
Optimització intel·ligent de rutes i entregues en la distribució de vins (HEDYLA): Solució de planificació de rutes i seguiment d'entregues integrada amb ERP que optimitza rutes, càrrega i operativa, i monitoritza emissions i rendiment en temps real.
Estandardització de processos de distribució mitjançant Intel·ligència artificial per al canal online (ROUTAL): estandarditzar i optimitzar els processos de distribució d'AMETLLER ORIGEN, amb l'objectiu de millorar l'eficiència operativa i escalar el servei des de la ciutat de Barcelona fins a tota la província.

4.3. Barreres per l'adopció de la IA a Catalunya

Com s'ha vist en els capítols anteriors, la intel·ligència artificial pot tenir un paper clau en la transformació del sector logístic a Catalunya, millorant la planificació, la gestió de la demanda i la sostenibilitat de les operacions. No obstant això, la seva implantació és encara limitada i desigual, especialment en un context caracteritzat per la fragmentació empresarial i per un grau de digitalització molt variable entre actors.

A partir de les entrevistes i la sessió de Think Tank realitzada amb l'ecosistema per a l'elaboració d'aquest Llibre Blanc, s'han identificat les barreres que més impacten el sector logístic català en l'adopció de la intel·ligència artificial. Aquestes barreres no són únicament tecnològiques, sinó també estratègiques, culturals i organitzatives, i reflecteixen la necessitat d'una visió de conjunt per avançar cap a una logística més intel·ligent i connectada.

Les principals barreres identificades, ordenades segons la seva rellevància percebuda pel sector, ja sigui perquè tenen més impacte o perquè són més factibles de ser resoltes, són les següents:

- Manca d'estratègia en intel·ligència artificial a les organitzacions. Moltes empreses no disposen d'una estratègia clara per a la integració de la intel·ligència artificial en els seus processos, ni tampoc d'una visió a mitjà i llarg termini alineada amb els objectius generals de l'organització. L'absència d'una metodologia o full de ruta clar fa que la implantació de solucions d'IA sigui fragmentada, sovint en forma de proves pilot que no arriben a producció i sense un impacte sobre l'operativa real de l'organització. La rapidesa amb què evolucionen les tecnologies i la presència d'un fort component de "hype" al voltant de la IA generen confusió i poden portar a decisions precipitades o mal orientades. També es detecta una certa dificultat per distingir entre la IA tradicional, centrada en models predictius o analítics, i la IA generativa, la qual cosa provoca una aplicació desordenada de solucions sense un propòsit clar. Les empreses que obtenen resultats sòlids són aquelles que entenen la IA com una estratègia experimental, amb fases d'assaig, error i aprenentatge continu. En canvi, moltes organitzacions adopten iniciatives puntuals, sense una assignació estable de recursos ni un lideratge digital clar. Aquesta manca de

direcció estratègica repercuteix directament en l'eficiència i la rendibilitat dels projectes, i en la seva capacitat per generar impacte real sobre la cadena de valor.

- Manca de talent especialitzat i coneixement multidisciplinari. El sector logístic pateix una forta manca de talent capaç de combinar coneixement del domini logístic amb competències analítiques i tecnològiques. Aquesta escassetat afecta tant els perfils tècnics com els directius, que sovint desconeixen el potencial real de la IA i com aplicar-la de manera pràctica. Les formacions disponibles, especialment en l'àmbit de la IA generativa, són encara superficials i poc adaptades a les necessitats del sector. Molts cursos disponibles sobre IA presenten continguts poc útils o massa teòrics, cosa que genera frustració i desconfiança entre els professionals. A més, la rapidesa amb què evolucionen les eines tecnològiques dificulta mantenir el coneixement actualitzat. Això genera dependència de consultors externs i limita la capacitat interna d'experimentar, provar i escalar solucions pròpies. Sense equips formats i interdisciplinaris, les empreses troben dificultats per identificar casos d'ús reals, avaluar-ne la viabilitat i liderar projectes d'IA amb una visió a llarg termini.
- Manca de confiança en els models d'intel·ligència artificial. La percepció de manca de transparència o d'efecte "caixa negra" en els models d'IA és una de les principals barreres per a la seva adopció. En entorns crítics com la logística, on la fiabilitat i la traçabilitat són essencials, qualsevol error o biaix pot erosionar ràpidament la confiança dels usuaris. Moltes empreses manifesten incertesa sobre com s'obtenen les recomanacions o resultats dels models i sobre la seva validació estadística, la qual cosa dificulta l'adopció i ús d'aquestes solucions per part dels tècnics, operadors i experts de domini en el seu dia a dia. Aquesta desconfiança es veu agreujada per la manca d'experiència prèvia, i de criteris compartits per mesurar la qualitat de les solucions, o també de males experiències prèvies amb proves de concepte. Sense confiança, la IA difícilment pot ser integrada de manera estructural en processos de planificació, previsió o presa de decisions.
- Manca de dades històriques de qualitat. El desenvolupament de models d'intel·ligència artificial requereix un volum significatiu de dades de qualitat, actualitzades i representatives. El sector logístic, però, encara presenta una gran dispersió en la generació i gestió de la informació. Les dades sovint són parcials, no estructurades o amb formats heterogenis provinents de diferents sistemes, proveïdors i plataformes. En molts casos, una part important del coneixement operatiu no està documentat, sinó que resideix en les persones que gestionen els processos, fet que en dificulta la sistematització i l'aprofitament analític. Aquesta manca d'homogeneïtzació dificulta la seva integració i explotació. A més, la qualitat de les dades recollides varia segons l'empresa o l'etapa de la cadena de subministrament, fet que complica l'entrenament de models fiables i genera sobrecostos en el preprocessament. Sense dades consistents, la IA no pot oferir resultats precisos ni valor tangible.
- Sensibilitat social davant la possible pèrdua de llocs de treball. L'adopció de solucions d'IA i d'automatització desperta inquietuds laborals, especialment entre els col·lectius més vinculats a tasques manuals o operatives. Aquesta percepció desemboca sovint en una resistència interna. És necessari comunicar clarament que la IA té un paper d'assistència i suport, orientat a eliminar tasques repetitives i a augmentar el valor afegit de les funcions humanes. La formació i la requalificació dels equips són essencials per convertir la transformació digital en una oportunitat d'aprenentatge i no en una amenaça. Les empreses que integren aquesta visió col·laborativa aconsegueixen una adopció més natural i sostenible.
- Manca d'estandardització en el sector. La coexistència de múltiples aplicacions, formats i sistemes sense connexió efectiva dificulta la interoperabilitat i l'intercanvi de dades entre els actors de la cadena de subministrament. La manca d'estandardització digital dels processos interns i de la comunicació amb les administracions, com en el cas del CMR electrònic, evidencia la necessitat d'un marc comú que faciliti la interoperabilitat, ja que la situació actual limita significativament la capacitat d'automatització i la integració de solucions basades en IA. Això es veu especialment en el transport per carretera, on hi ha una gran diversitat de proveïdors de programari i aplicacions pròpies.
- Problemes de governança i fragmentació de les dades. Alineada amb la barrera anterior, el sector logístic opera en un ecosistema complex, amb una elevada multiplicitat d'actors, sistemes

i fluxos d'informació. Aquesta diversitat genera problemes estructurals de governança: és difícil establir responsabilitats clares sobre qui gestiona, valida o actualitza les dades. La coexistència de plataformes independents i sistemes informàtics heretats provoca duplicitats, inconsistències i una manca de traçabilitat general. Això limita la qualitat de la informació disponible i en complica la integració per a usos analítics o predictius, i poder aconseguir a mig termini una presa de decisions informada real i de qualitat al llarg del temps.

- Desigualtat en les competències digitals i resistència al canvi. La bretxa de competències digitals dins del sector logístic és encara molt àmplia. Conviuen perfils joves amb coneixements digitals amb treballadors veterans que sovint no han tingut accés a formació tecnològica. Aquesta heterogeneïtat genera ritmes d'adopció desiguals i dificulta el desplegament homogeni de la IA. La resistència cultural també juga un paper important, especialment en empreses familiars o tradicionals que tendeixen a mantenir procediments manuals. El canvi requereix lideratge i una comunicació constant que posi en valor els beneficis reals de la transformació digital.
- Limitacions en la ciberseguretat i protecció de dades. La digitalització i l'intercanvi de dades massives incrementen els riscos de seguretat. Moltes empreses, especialment pimes, no disposen de protocols robustos ni d'equips especialitzats en ciberseguretat. El temor a accessos indeguts o filtracions de dades sensibles frena la col·laboració i la integració de sistemes. A més, l'ús d'eines al núvol i de models generatius planteja dubtes addicionals sobre la privadesa i la protecció de la informació corporativa. Moltes organitzacions tendeixen a limitar-ne l'ús, reduint les possibilitats d'aplicar IA de manera avançada.
- Costos elevats i risc d'obsolescència. La inversió necessària per implementar sistemes basats en IA és alta i sovint inassumible per a les petites empreses. A més, la rapidesa amb què evolucionen les eines tecnològiques genera incertesa sobre la seva durabilitat i retorn. Aquesta percepció de risc fa que moltes empreses optin per ajornar decisions d'inversió o limitar-se a projectes puntuals. El resultat és un fre estructural a l'adopció que accentua la bretxa entre grans operadors i petites empreses.
- Dificultat per avaluar el retorn de la inversió (ROI). Els projectes d'intel·ligència artificial sovint generen beneficis que es poden comprovar a llarg termini, com la millora de la qualitat del servei o l'eficiència operativa. No obstant això, la manca de mètriques específiques i la pressió per obtenir resultats immediats dificulten la seva justificació econòmica. Moltes organitzacions tendeixen a prioritzar inversions tangibles (vehicles, instal·lacions, maquinària) enfront d'actius digitals, que es perceben com menys segurs o menys visibles. Aquesta visió a curt termini redueix la predisposició a apostar per la IA i frena l'escala dels projectes.
- Dependència de finançament extern. Una part important dels projectes d'IA en el sector logístic es promouen a través d'ajuts o subvencions públiques, sovint sense una estratègia de continuïtat. Això genera iniciatives desconnectades i de curta durada, orientades més a l'execució d'un projecte puntual que a la transformació real de l'empresa. La manca de temps, recursos i coneixement per preparar sol·licituds o gestionar els programes de suport limita especialment les pimes, que sovint deixen escapar oportunitats de finançament.
- Entorn regulador complex i poc homogeni. Les diferències normatives entre territoris i la falta d'harmonització en aspectes com la circulació urbana, les zones de càrrega i descàrrega o les polítiques de darrera milla generen incertesa i dificulten l'aplicació de solucions basades en IA. A això s'hi afegeix l'evolució de la regulació europea sobre intel·ligència artificial, que tot i buscar garantir l'ús ètic i segur, pot comportar un excés de burocràcia i augmentar la càrrega de compliment per a les empreses.
- Desconeixement de l'ecosistema d'innovació i de proveïdors tecnològics. A Catalunya existeix un ecosistema divers d'agents tecnològics, d'empreses emergents i centres d'R+D en àmbits relacionats amb la intel·ligència artificial i la logística. Tot i això, moltes empreses del sector desconeixen la seva existència o no saben com accedir-hi. Aquesta manca de visibilitat i de connexió entre el teixit empresarial i l'ecosistema d'innovació redueix les oportunitats de col·laboració i de transferència de coneixement. El resultat és una adopció més lenta i una menor capacitat de generar sinergies territorials que impulsin l'ús de la IA de manera compartida.

4.4. Recomanacions per fomentar l'adopció de la IA en l'ecosistema de la logística

Aquest apartat sintetitza les propostes generades en una sessió específica de co-creació d'idees o Think Tank realitzada amb l'ecosistema del sector logístic a Catalunya. L'objectiu és definir un conjunt d'accions prioritàries que permetin desenvolupar i impulsar projectes d'IA i de tecnologies basades en dades.

Les recomanacions plantejades aborden diferents àmbits estratègics del sector logístic (incloent aspectes tecnològics, organitzatius, formatius, d'inversió i de governança) i estan pensades perquè els diferents agents de l'ecosistema: empreses, operadors, administració i centres tecnològics, puguin adoptar-les segons les seves funcions i capacitats. A la sessió es van tractar les barreres per tal de poder establir les recomanacions. L'anàlisi de les propostes es basa en dues dimensions clau:

- El seu grau d'impacte a l'hora de donar resposta i fer front a les barreres identificades.
- A la viabilitat per portar-les a terme a curt-mitjà termini des de l'àmbit circumscrit a l'ecosistema català.

A continuació es presenten les propostes amb un impacte alt o molt alt que, alhora, són factibles d'implementar en l'àmbit català. Aquestes accions es consideren prioritàries a curt termini, especialment les dues primeres:

1. Facilitar l'adopció d'una estratègia en intel·ligència artificial a les empreses logístiques. Per accelerar la incorporació de la IA, és essencial que cada empresa analitzi els seus processos i identifiqui aquells punts on la tecnologia pot aportar valor real. Cal promoure una estratègia digital global, en la qual la IA sigui un instrument complementari a la innovació i la digitalització de l'organització. L'adopció ha de ser gradual, basada en la maduresa digital de cada empresa i orientada a la resolució de problemes concrets (pains) abans de plantejar aplicacions avançades.



Foto de Marcin Jozwiak a Unsplash

Accions proposades:

- Impulsar una reflexió inicial sobre el nivell de maduresa digital de l'empresa abans d'introduir tecnologies d'IA per evitar rebuig o ineficiències.
- Integrar la IA dins d'una estratègia més àmplia de digitalització i innovació, assegurant que els objectius tecnològics estiguin alineats amb l'estratègia de negoci.
- Analitzar els processos interns per detectar àrees de millora i definir casos d'ús reals, començant per solucions bàsiques i d'alt impacte operatiu.
- Promoure dinàmiques col·laboratives dins de l'ecosistema (clústers, plataformes compartides, laboratoris d'innovació) que permetin identificar bones pràctiques i exemples d'aplicació.
- Adoptar un enfocament experimental, assumint que la IA requereix fases d'assaig, error i aprenentatge continu abans d'obtenir resultats escalables.

2. Desenvolupar i retenir talent especialitzat en IA aplicada a la logística. El sector necessita perfils capaços d'entendre tant els processos logístics com les tecnologies de dades i IA. Per això, és fonamental promoure programes formatius de qualitat, orientats a la pràctica i adaptats a les necessitats del sector.

Accions proposades:

- Identificar i promoure programes de formació de qualitat impulsats per agents de referència com el CEL, Eurecat o universitats especialitzades.
- Fomentar la formació bidireccional entre professionals del sector logístic i experts tecnològics per afavorir la transferència de coneixement.
- Incentivar l'autoformació i l'ús d'eines d'IA dins l'entorn laboral per consolidar l'aprenentatge continu.
- Empoderar perfils joves que puguin actuar com a ambaixadors digitals i pont entre la tecnologia i les operacions.
- Incorporar la formació en IA en els programes interns de desenvolupament professional, vinculant-la a la innovació i la millora contínua.

3. Incrementar la confiança en els models d'intel·ligència artificial. La confiança en la IA és un requisit imprescindible per a la seva adopció. Cal promoure models més explicatius, traçables i comprensibles, evitant l'efecte "caixa negra". Al mateix temps, és necessari incorporar experts de domini capaços de validar els resultats i contextualitzar-los dins dels processos logístics.

Accions proposades:

- Prioritzar l'ús de models d'IA explicables (explainable AI) que permetin identificar les variables que condicionen cada resultat.
- Desenvolupar protocols de validació amb participació d'experts del sector que puguin verificar les sortides dels models.
- Combinar la IA clàssica (predictiva, estadística) amb la IA generativa per aprofitar-ne les complementarietats sense perdre control sobre la qualitat de la informació.
- Formar els equips en l'ús responsable de la IA generativa, destacant les seves limitacions en termes de fiabilitat i privacitat.
- Definir polítiques internes sobre la gestió i protecció de dades utilitzades per sistemes d'IA, evitant riscos de confidencialitat o biaixos.
- Incorporar eines d'autoavaluació com el Model PIO15 per mesurar el grau de transparència, responsabilitat i alineament ètic dels sistemes d'IA utilitzats en els processos logístics.

4. Garantir la disponibilitat i qualitat de les dades. L'èxit dels projectes d'IA depèn directament de la qualitat i la coherència de les dades disponibles. És necessari establir mecanismes de governança, centralització i neteja de dades que assegurin la seva fiabilitat i faciliti la seva explotació per a models d'aprenentatge automàtic.

Accions proposades:

- Digitalitzar i estructurar la informació existent, incorporant eines d'IA per al tractament i la neteja de dades.
- Implementar arquitectures de dades centralitzades (com data lakes) que integrin dades d'ERP, WMS i altres sistemes interns.

15 Observatori d'Ètica en Intel·ligència Artificial de Catalunya (OEIAC). (2023). *Model PIO: Principis, Indicadors i Observables. Generalitat de Catalunya.* https://oeiac.cat/el-model-pio


Foto de frank mckenna a Unsplash

- Designar un responsable de dades o Data Owner encarregat de la gestió, qualitat i actualització de la informació.
- Promoure la generació de dades en temps real per a casos d'ús específics (seguiment, traçabilitat, visió artificial, etc.).
- Fomentar la transparència en l'ús i el compartiment de dades, garantint la confidencialitat i la privacitat dels clients i proveïdors.

5. Fomentar una cultura de confiança i adaptació al canvi. La resistència cultural és una de les principals barreres per a l'adopció de la IA. Cal promoure una cultura d'obertura, aprenentatge i confiança que faci de la innovació un procés compartit i no percebut com una amenaça.

Accions proposades:

- Crear programes d'ambaixadors digitals dins de les empreses per sensibilitzar i formar el personal en l'ús pràctic de la IA.
- Promoure iniciatives de conscienciació que mostrin els beneficis reals de la IA i reforcin la seva percepció com a eina de suport, no de substitució.
- Reconèixer i difondre bones pràctiques d'empreses que hagin integrat amb èxit tecnologies d'IA.
- Enfortir el lideratge digital dins les empreses, dotant la direcció d'una visió clara i cohesionada sobre els beneficis de la transformació tecnològica.

6. Impulsar la interoperabilitat i l'estandardització del sector. L'heterogeneïtat de sistemes i processos és un fre clau per a la implantació d'IA a escala. La IA pot, alhora, ser part de la solució mitjançant la seva capacitat per traduir formats i connectar dades entre sistemes diversos.

Accions proposades:

- Promoure estàndards comuns per a la gestió de dades i la comunicació entre actors de la cadena de subministrament.
- Fomentar la interoperabilitat entre sistemes de transport, magatzem i administracions públiques.
- Explorar l'ús d'IA per facilitar la integració automàtica de sistemes i la traducció de missatges entre plataformes.
- Donar suport a iniciatives europees o internacionals que treballin per la definició d'estàndards comuns en logística digital.
- Facilitar la participació i adopció dels espais de dades europeus (p. ex., Mobility Data Space), promovent models de governança i mecanismes de compartició segura de dades entre actors del sector.

ANNEX I. Presentació de casos d'ús il·lustratius



Índex

A continuació es presenten 19 exemples representatius de projectes impulsats per empreses i entitats de l'ecosistema català de la logística que mostren l'activitat i la innovació que s'està fent en l'aplicació de la intel·ligència artificial al sector. Aquests casos permeten visualitzar diferents maneres d'incorporar tecnologies basades en dades i IA en processos reals, així com aproximacions d'innovació que contribueixen a millorar l'eficiència, la sostenibilitat o la qualitat del servei dins del sector

Per a cada cas s'han descrit els elements següents:

- BREU DESCRIPCIÓ: Resum del cas.
- REPTE: Quin és el repte que vol solucionar?
- SOLUCIÓ: En què consisteix la innovació (projecte/ solució)? Quin és l'objectiu del projecte?
- PERFIL TECNOLÒGIC: Com s'aplica la intel·ligència artificial en el cas? Com funciona la solució proposada?
- PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR: Quina empresa/consorci impulsor està al darrera de la innovació? (país origen, àmbit d'especialització, etc.)
- BENEFICIS DERIVATS: Quines implicacions té pel sector? Quins aprenentatges es poden concloure del cas d'ús presentat?
- LÍNIES DE FUTUR: Quin és el potencial de creixement i escalat del cas il·lustratiu? Quines són les futures línies estratègiques dels impulsors?
- WEB: Identificació del web

CAS IL·LUSTRATIU	**DISRUPTIVE: DOMAIN SPECIFIC LIGHWEIGHT LLM**
BREU DESCRIPCIÓ	Disruptive és un model d'IA de llenguatge de detecció i classificació de disrupcions en la cadena logística.
REPTE	Les cadenes logístiques són altament vulnerables a les interrupcions, i la freqüència i magnitud d'aquestes disrupcions no deixen d'augmentar tant a escala local com global, afectant a diferents operadors. Tot i els esforços recents per entendre millor aquestes xarxes i anticipar-ne les possibles disrupcions, així com els avenços tecnològics i la digitalització del sector, encara és necessari un nou enfocament de seguiment que permeti una anàlisi més completa i integral per a entendre exactament a qui i on afectaran cada disrupció per tal de prendre mesures que en mitiguin l'impacte.
SOLUCIÓ	Disruptive és un model d'intel·ligència artificial classificat com a LLM, desenvolupat i entrenat específicament per al sector logístic. És capaç de recopilar notícies, detectar i classificar les disrupcions a les cadenes logístiques, i identificar els operadors que es veuen efectivament afectats per cada incidència. El sistema contempla una àmplia gamma de factors que poden afectar la cadena logística, com ara: elements operatius, condicions climàtiques adverses, fenòmens naturals o extrems, inestabilitat política i fluctuacions del mercat, entre d'altres. Incorpora diversos filtres per tipologia de disrupció -com ara restriccions en el trànsit aeri, desastres naturals, limitacions a la logística urbana, interrupcions en la cadena de subministrament o talls a la xarxa viària-, així com per estat de la disrupció (oberta, en curs o resolta), totalment adaptables segons les necessitats de cada client. Mosaic Factor ha dissenyat aquest LLM per ser prou escalable per cobrir xarxes logístiques senceres, integrant tots els components clau que les conformen.

PERFIL TECNOLÒGIC	1. El sistema es compon de diversos components interconnectats que treballen junts per recopilar, processar i analitzar dades (notícies) de la següent manera: Fonts de dades: aquesta és la base per generar interrupcions en la cadena logística. a. Cerca de Notícies de Bing: Principal font de notícies durant la fase inicial. b. Scraping: Considerat per a la segona fase, que permetrà obtenir notícies d'altres portals rellevants i aprofundir en elles. 2. Sistema Disruptive: és el principal sistema responsable d'identificar, generar i classificar les interrupcions basat en fonts de dades de notícies. a. Recopilació de dades: les notícies es recopilen diàriament mitjançant l'API de cerca de notícies de Bing, tal com s'explica en l'apartat anterior. b. Detecció d'interrupcions: El model d'intel·ligència artificial, ChatGPT, analitza les notícies per detectar i catalogar les interrupcions. Aquesta integració també es realitza a través d'un API. c. Fusió de Dades: integració de noves interrupcions amb les prèviament registrades per millorar la cohesió i fiabilitat del sistema, ajudant l'usuari final a tenir una major visió i comprensió del sistema. d. Identificació d'entitats: Identificació d'ubicacions, infraestructura i parts interessades rellevants que poden ajudar a detectar quines interrupcions estan relacionades amb nodes o operadors d'interès per al client final. 3. Model d'Intel·ligència Artificial: Chat GPT, responsable de detectar interrupcions, classificar-les segons el seu tipus i temes associats, i associar-les a interrupcions anteriors de la cadena de subministrament. 4. Llac de dades: repositori central per a l'emmagatzematge de dades abans i després del processament. Això significa emmagatzemar tant les notícies com les interrupcions generades. 5. Interfície: retriever. Interfície gràfica que es connecta a la base de dades a través d'una API i s'encarrega de mostrar les interrupcions i les seves novetats i entitats relacionades. També permet ordenar i filtrar les notícies per tipus, primeres i últimes dates de detecció i estat, així com per les diverses entitats amb les quals està associada la interrupció de la cadena de subministrament.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Mosaic Factor és una empresa especialitzada en intel·ligència artificial i Big Data. Fundada el 2016, l'empresa se centra en el desenvolupament d'algoritmes d'IA a mida i en la creació de solucions robustes i escalables per clients que necessiten abordar reptes vinculats a la governança de dades, la integració de capacitats predictives, la millora de la productivitat, i la comprensió de mercats.
BENEFICIS DERIVATS	Els resultats obtinguts durant la implementació del sistema Disruptive demostren un impacte significatiu en la gestió de la cadena logística: • Automatització completa del procés de detecció: El sistema executa diàriament la recopilació, anàlisi i classificació de notícies, generant un catàleg actualitzat de disrupcions sense intervenció manual. Tal com evidencien els exemples del frontend, el sistema és capaç d'agrupar múltiples notícies relacionades sota una mateixa disrupció i generar títols descriptius automàticament. • Visibilitat integral i organitzada: La interfície desenvolupada permet visualitzar disrupcions classificades per tipologia (restriccions en trànsit aeri, desastres naturals, talls de carreteres, etc.), estat temporal (obertes/tancades) i entitats relacionades. Aquesta organització facilita la priorització d'accions per part dels operadors logístics. • Capacitat de seguiment temporal: El sistema ha demostrat habilitat per fusionar informació de diferents dies sobre una mateixa disrupció, proporcionant traçabilitat completa de l'evolució dels esdeveniments. Els exemples mostren com disrupcions com les huelgas es mantenen obertes mentre siguin rellevants i es tanquen automàticament després de 10 dies d'inactivitat. • Identificació automàtica d'entitats afectades: La tecnologia implementada identifica automàticament ubicacions (com Barcelona en els exemples), infraestructures i operadors relacionats amb cada disrupció, proporcionant context geogràfic i sectorial immediat. • Solució escalable i adaptable: El model LLM especialitzat ha estat dissenyat per cobrir xarxes logístiques senceres, tal com s'ha demostrat en les regions d'Aragó i Catalunya durant la fase pilot.
LÍNIES DE FUTUR	L'evolució planificada de Disruptive se centra en la monetització i expansió de mercat: • Ampliació de fonts de dades: Incorporació de web *scraping* i APIs especialitzades per diversificar les fonts d'informació més enllà de Bing News. • Millores en detecció: Implementació de cerca multilingüe (català i anglès), increment de freqüència de recopilació i refinament de paraules clau mitjançant feedback d'experts. • Personalització avançada: Sistema de validació per usuaris i incorporació de la totalitat de disrupcions definides en el projecte original. • Intel·ligència predictiva: Anàlisi de tendències emergents i proposta automàtica de nous tipus de disrupcions mitjançant *prompt engineering avançat*.
Web	https://www.mosaicfactor.com/projects/disruptive/

CAS IL·LUSTRATIU	PORT D'ANTWERP-BRUGES: CARGO FLOW PREDICTOR
BREU DESCRIPCIÓ	Predictor de flux de càrrega per al Port d'Antwerp-Bruges (PoAB) en el marc del projecte PIONEERS finançat per la UE.
REPTE	Com a part del projecte PIONEERS finançat per la Unió Europea, el Cargo Flow Predictor pel Port d'Antwerp-Bruges (PoAB) explora com l'analítica predictiva pot millorar l'eficiència logística del port, permetre el canvi modal i contribuir als objectius de mobilitat climàticament neutra i intel·ligent en el marc del Pacte Verd Europeu.
SOLUCIÓ	Mosaic Factor ha desenvolupat una eina que prediu fluxos de càrrega que demostra el poder de l'analítica predictiva per millorar la presa de decisions operatives al Port d'Anvers-Bruges. Amb un continu accés a dades i col·laboració entre les parts interessades, la solució està ben posicionada per passar de pilot a producció, contribuint a un ecosistema portuari més intel·ligent, més verd i més eficient. La solució digital prediu dos esdeveniments crítics per a la càrrega contenitzada: • El Següent Mode de Transport (NMOT, Next Mode of Transport), és a dir, carretera, ferrocarril o via navegable interior • El Moment de Sortida (dia de recollida de la terminal) Això afavoreix una planificació logística més proactiva i sostenible i prepara el terreny per a una futura integració en l'ecosistema digital de PoAB, permetent: • Una millora de l'eficiència operativa i reducció de la congestió del port. - Promoure el canvi modal cap al transport sostenible (ferrocarril, via navegable interior). • Augmentar la capacitat de presa de decisions basada en dades per als operadors de terminals i transport. • Per últim, demostra la viabilitat d'eines predictives impulsades per IA en un entorn portuari real.
PERFIL TECNOLÒGIC	La metodologia emprada consisteix en: • L'ús de dades anonimitzades de COARRI i CODECO d'un terminal de mar oberta (juliol–desembre de 2023). • El desenvolupament de models d'aprenentatge automàtic, incloent models meta apilats. • La construcció d'un tauler interactiu per visualitzar el rendiment dels models i donar suport a la implicació
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Mosaic Factor és una empresa especialitzada en intel·ligència artificial i Big Data. Fundada el 2016, l'empresa se centra en el desenvolupament d'algoritmes d'IA a mida i en la creació de solucions robustes i escalables per clients que necessiten abordar reptes vinculats a la governança de dades, la integració de capacitats predictives, la millora de la productivitat, i la comprensió de mercats.
BENEFICIS DERIVATS	La solució Cargo Flow Predictor per a Port d'Anvers ha generat els següents beneficis. Resultats clau: 1. Predicció NMOT a. Model amb millor rendiment: meta-model SVM + Naive Bayes + Random Forest b. Precisió Equilibrada (balanced accuracy): 74.65% c. AUC-ROC: 97.1% d. Alt rendiment per al transport per carretera i aigües interiors; precisió ferroviària limitada per infrarepresentació. 2. Predicció del Dia de Sortida a. Reformulat com una tasca de classificació per a millorar el rendiment b. Millors resultats del model: i.Contenidors plens>Precisió Equilibrada (balanced accuracy): 64.83% ii. Contenidors buïts>Precisió Equilibrada (balanced accuracy): 75.48 iii. Puntuacions AUC-ROC superiors al 93% confirmen una forta fiabilitat predictiva. Valor estratègic: Aquest projecte pilot contribueix directament als objectius de política de la UE mitjançant: • Suport de l'agenda de canvi modal a través de la visibilitat anticipada sobre els modes de transport interior. • Millora de l'eficiència dels recursos a nivell de terminal mitjançant apilament optimitzat. • Demostració de com la IA i l'aprenentatge automàtic poden impulsar la innovació digital sostenible als ports. El projecte també ha lliurat un prototip de dashboard escalable que es pot ampliar, millorar amb noves dades i potencialment transferir a altres ports o nodus intermodals. Reptes abordats: • Barreres per a la compartició de dades a causa de preocupacions legals i organitzatives (GDPR, silos). • Desbalanceig de classes (class imbalance), especialment per al ferrocarril, a causa de limitacions en la disponibilitat de dades. • Necessitat d'adhesió dels agents interessats, especialment dels responsables de la presa de decisions de més alt nivell.
LÍNIES DE FUTUR	Mosaic Factor està treballant en les següents iteracions, ja en planificació per l'evolució del projecte: 1. Reentrenament del model amb períodes de temps addicionals per detectar canvis i evitar el desgast del model. 2. Pilotatge de l'ús en temps real preveient el NMOT i el moment de sortida per als fitxers COARRI actuals, amb validació CODECO. 3. Moure's cap a la integració en producció dins de l'ecosistema informàtic del PoAB i ampliar l'accés als interessats. 4. Explorar la transferibilitat a altres ports o hubs intermodals dins de la UE.
Web	https://www.mosaicfactor.com/projects/antwerp-bruges-port/

CAS IL·LUSTRATIU	PORT DE BARCELONA: CONTAINER TRANSPORT FORECAST
BREU DESCRIPCIÓ	Pronòstic de transport de contenidors pel Port de Barcelona
REPTE	Com a part del projecte PIONEERS finançat per la UE, les pimes del sector del transport de mercaderies, encarregades de les operacions d'importació i exportació des del Port de Barcelona i cap a aquest, no disposaven d'informació acurada sobre la previsió de demanda de transport a curt i mitjà termini. Disposar d'aquesta informació amb antelació és fonamental per optimitzar l'eficiència i la planificació del transport de contenidors, especialment per a les empreses de transport que depenen d'una gestió àgil i precisa dels seus recursos.
SOLUCIÓ	La solució desenvolupada per part de Mosaic Factor, en el marc del projecte PIONEERS (finançat per la Unió Europea), ofereix un sistema de predicció del transport de contenidors per a pimes que operen dins l'ecosistema del Port de Barcelona. Mitjançant tècniques d'aprenentatge automàtic (ML o machine learning), aquesta eina pronostica els moviments de camions al port a partir de les dades d'entrada i sortida disponibles al Port Community System, amb l'objectiu de millorar l'eficiència i la planificació del transport terrestre de contenidors. La nostra eina d'optimització de flotes proposa un pla de treball per al següent dia laborable optimitzant la flota tenint en compte les regles de negoci (OTs assignades a cada empresa) i les preferències definides pel planificador de trànsit. Totes les ordres de transport s'assignen automàticament a un camió/conductor de manera eficient, mostrant la ruta proposada al conductor. El sistema prediu les OT que s'assignen a autònoms i els que no es poden cobrir internament i necessiten ser subcontractats a empreses de transport externes. També s'inclou l'eina de predicció de la visualització de la demanda. Les pimes encarregades del transport de camions per la zona portuària necessiten saber prèviament quants encàrrecs de transport rebran en els pròxims dies per organitzar la seva flota i contractar conductors autònoms addicionals si cal. Aquest problema es resol veient la predicció de la demanda per al pròxim període (la propera setmana). Les ordres de transport es poden mostrar en un mapa seleccionant els diferents camions.
PERFIL TECNOLÒGIC	Per impulsar el desenvolupament de les dues eines presentades en aquest cas, PORTIC ha habilitat una API amb accés a dades específiques del Port Community System, limitades a la informació essencial de les dues empreses transportistes col·laboradores en els projectes. En el cas de l'eina d'optimització de flotes, la solució tecnològica de Mosaic Factor s'ha basat en l'evolució de l'eina VROOM (Vehicle Routing Open-source Optimisation Machine), una solució de codi obert especialitzada en el repte del Vehicle Routing Problem i en altres escenaris complexos d'optimització de rutes. Paral·lelament, per a l'eina de predicció de demanda, Mosaic Factor ha testejat diversos models predictius per identificar el més eficient. Finalment, el model guanyador, més performant, ha estat el Stochastic Gradient Boosting Model, que ha demostrat una alta precisió en la predicció de la demanda setmanal agregada, tant en fluxos d'importació com d'exportació.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Mosaic Factor és una empresa especialitzada en intel·ligència artificial i Big Data. Fundada el 2016, l'empresa se centra en el desenvolupament d'algoritmes d'IA a mida i en la creació de solucions robustes i escalables per clients que necessiten abordar reptes vinculats a la governança de dades, la integració de capacitats predictives, la millora de la productivitat, i la comprensió de mercats.
BENEFICIS DERIVATS	La solució Container Transport Forecast per a Port de Barcelona ha generat els següents beneficis: • Predicció de la tendència (augment o reducció) de les ordres de transport a una setmana vista • Reducció del temps en carretera i distància en l'execució de les ordres de transport • Automatització i reducció de la feina manual en l'assignació d'ordres de transport • Beneficis ambientals
LÍNIES DE FUTUR	Mosaic Factor està treballant en alguns KPI per comparar els processos manuals versus els resultats de l'eina i hi ha planificades les següents iteracions: • Optimització de flotes per a les franges horàries en lloc de pel dia anterior. • Afegir dades de l'ecosistema del port a la predicció de la demanda.
Web	https://www.mosaicfactor.com/projects/pioneers/

CAS IL·LUSTRATIU	SMARTECOREEFER
BREU DESCRIPCIÓ	El projecte consisteix en el disseny d'un contenidor de fred passiu que permet el transport de productes que necessiten temperatura controlada
REPTE	Minimitzar els riscos de les sortides de rang durant el transport mitjançant la predicció del comportament tèrmic durant el trajecte.
SOLUCIÓ	En primer lloc ha calgut disposar de les dades durant el trajecte. En sistemes convencionals, la temperatura es fixa com a consigna en sistemes actius o es carrega tèrmicament en sistemes passius, però no s'obté un registre de les temperatures fins arribar a destí. Per tant, s'ha desenvolupat una electrònica pròpia que permet mesurar la temperatura, la humitat, la posició i la llum (obertura portes) així com una capa de gasos addicional per a mesurar O2, CO2, etanol i etilè. Un cop es disposa de les dades durant el trajecte, es poden usar per a fer una predicció de la temperatura per predir l'autonomia tèrmica restant. Aquesta predicció es va actualitzant amb el temps a mida que es tenen més dades durant el trajecte, ja que el calor percebut varia amb el temps.
PERFIL TECNOLÒGIC	Amb l'obtenció de diverses mostres de dades completes de trajectes en els quals s'ha forçat la sortida de rang s'han aplicat tècniques d'aprenentatge automàtic per a modelar el comportament i efectuar una predicció del temps que es trigarà a arribar a la temperatura màxima permesa. Una altra tecnologia implantada és el Blockchain, de manera que les dades rebudes són protegides per evitar alteracions, donant seguretat i veracitat a les dades disponibles.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	INDUSTRIAL PROCESSES OUTSOURCING SERVICES, SL és una empresa fundada el 2011 i que ofereix serveis i solucions per a la logística a temperatura controlada. És una pime de capital 100% català. El projecte va ser presentat a les ajudes de Puertos del Estado, Ports 4.0, resultant-ne adjudicatari l'any 2022
BENEFICIS DERIVATS	Disposar de la capacitat de preveure una sortida de rang permet minimitzar els riscos del malbaratament de productes (principalment farma) o aliments. El benefici de la IA se suma al benefici mediambiental que suposa poder fer servir sistemes passius de fred (minimització del consum de combustible i minimització d'emissions de CO2) A més, el servei ofereix independència de fonts de subministrament elèctric exterior (no cal carregar dipòsits de combustible ni disposar d'endolls en trens ni vaixells) de manera que es limiten els condicionants logístics per transportar productes a qualsevol destí.
LÍNIES DE FUTUR	Una àmplia aplicació d'aquest sistema de transport permetrà disposar de cada vegada més mostres del comportament i enriquir el model amb dades addicionals. Addicionalment, es podran fer models per predir no només la temperatura sinó també la humitat i els valors dels gasos presents per alertar no només de la sortida de rang tèrmica sinó de la possible hipòxia o sobremaduració en el cas del transport d'aliments.
Web	https://www.inprous.com/smart-eco-reefer/

CAS IL·LUSTRATIU	CDA – ASSISTENT INTEL·LIGENT PER A DESPATXOS DUANERS
BREU DESCRIPCIÓ	Aplicació basada en IA que permet fer despatxos duaners amb intervenció humana (revisió) abans d'enviar al despatx, integrant validació documental i connexió directa amb Taric.
REPTE	Reduir el temps i la càrrega operativa en processos de despatx duaner, eliminant errors humans i millorant la traçabilitat.
SOLUCIÓ	Automatització completa del procés de despatx: lectura de documents, validació, extracció de dades i traspàs automàtic a Taric.
PERFIL TECNOLÒGIC	IA per a extracció i validació documental, classificació automàtica de documents, integració amb sistemes externs mitjançant API, arquitectura segura amb Azure Application Proxy
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	ROMEU
BENEFICIS DERIVATS	Reducció del temps de despatx (menys de 8 minuts), major capacitat operativa, millora en la precisió i traçabilitat, reducció d'errors humans.
LÍNIES DE FUTUR	Increment de complexitat tècnica dels despatxos, enriquiment amb agents GPT Romeu.
Web	Intranet Romeu

CAS IL·LUSTRATIU	DATA EXTRACTOR – EXTRACCIÓ INTEL·LIGENT DE DADES DOCUMENTALS
BREU DESCRIPCIÓ	Eina d'IA que automatitza la lectura, classificació i extracció de dades de documents com factures, BLs, documents duaners i comercials.
REPTE	Disminuir el temps i els errors en la gestió documental massiva, especialment en processos logístics i administratius.
SOLUCIÓ	Utilitza IA generativa i models de classificació per identificar el tipus de document, extreure informació rellevant i integrar-la en sistemes de negoci.
PERFIL TECNOLÒGIC	Classificació automàtica amb IA, extracció de dades amb NLP, traducció i resum amb models generatius, integració via API REST.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	ROMEU
BENEFICIS DERIVATS	Reducció del temps operatiu, millora en la precisió, integració fluida amb sistemes existents, escalabilitat en processos documentals.
LÍNIES DE FUTUR	Ampliació del catàleg de documents, enriquiment amb dades de negoci via vectorització, integració amb agents corporatius.
Web	Intranet

CAS IL·LUSTRATIU	GPT ROMEU – ASSISTENTS CONVERSACIONALS CORPORATIUS ESPECIALITZATS
BREU DESCRIPCIÓ	Plataforma d'agents conversacionals basada en IA generativa, entrenats amb documentació interna per assistir en tasques específiques com ciberseguretat i compliment.
REPTE	Facilitar l'accés segur i contextualitzat a informació corporativa, reduint errors i millorant l'eficiència operativa.
SOLUCIÓ	Agents GPT entrenats amb documentació interna que responen preguntes, redirigeixen a canals oficials i automatitzen tasques repetitives en un entorn segur.
PERFIL TECNOLÒGIC	Models LLM (OpenAI), vectorització de dades corporatives, integració amb sistemes interns (Power BI, Jira, etc.), accés universal amb traçabilitat anonimitzada.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	ROMEU
BENEFICIS DERIVATS	Accés segur a IA per a tota la plantilla, millora de la productivitat i eficiència, reducció de riscos operatius, formació contínua i suport contextualitzat.
LÍNIES DE FUTUR	Expansió d'agents especialitzats per àrea (ESG...)
Web	Intranet

CAS IL·LUSTRATIU	AGENT DE GESTIÓ AUTOMÀTICA DE RECLAMACIONS DE FACTURES
BREU DESCRIPCIÓ	Detecta correus de clients que sol·liciten factures, valida la legitimitat del remitent i genera esborranys de resposta amb els documents sol·licitats
REPTE	Reduir la càrrega operativa en la gestió de reclamacions de factures, evitant errors i agilitzant el procés.
SOLUCIÓ	Monitoritza bústies de correu, valida remitents, extreu factures des de sistemes comptables i genera esborranys de resposta a punt per enviar.
PERFIL TECNOLÒGIC	IA per a classificació i validació de correus Integració amb sistemes comptables via API Generació automàtica d'esborranys Registre de logs i traçabilitat Perfil d'empresa
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	ROMEU
BENEFICIS DERIVATS	Més de 95% d'èxit en detecció de reclamacions vàlides Reducció de temps operatius Millora en la traçabilitat i seguretat documental
LÍNIES DE FUTUR	Expansió a altres divisions Automatització completa de l'enviament. Enriquiment amb agents de seguiment
Web	Intranet

CAS IL·LUSTRATIU	AGENT CONVERSACIONAL TELEFÒNIC
BREU DESCRIPCIÓ	Realitza trucades automàtiques per confirmar recollides de mercaderia, transcriu la conversa i permet desencadenar accions.
REPTE	Reduir la càrrega operativa en tasques repetitives de contacte amb clients i transportistes.
SOLUCIÓ	Agent amb veu neural multilingüe que realitza trucades, registra respostes i permet actualitzar estats mitjançant API.
PERFIL TECNOLÒGIC	Veu neural multilingüe Transcripció automàtica Integració amb CRM i TMS Desencadenadors d'accions post-trucada.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	ROMEU
BENEFICIS DERIVATS	Estalvi de temps en trucades Millora en la traçabilitat de processos Possibilitat d'integració amb sistemes externs
LÍNIES DE FUTUR	Avaluació de solucions comercials. Comparativa cost-benefici. Escalabilitat global Web

CAS IL·LUSTRATIU	3-CO APP, SUPORT AL CONSUM RESPONSABLE, SOSTENIBLE, ÈTIC
BREU DESCRIPCIÓ	Reconeixement amb IA de certificacions (labels) relacionades amb consum responsable, sostenible i ètic al etiquetatge de productes de consum.
REPTE	Donar suport al consumidor sobre les decisions de compra relacionades amb productes que es presenten amb característiques d'economia responsable, sostenible, ètic, etc. Moltes vegades l'ús i significat de les certificacions (labels) presentades a l'etiqueta és confús i fins i tot problemàtic.
SOLUCIÓ	Es proporciona una app amb varies eines per entendre millor aquests productes. Especialment sobre les certificacions (labels) inclosos, s'adjunta informació detallada sobre les característiques i la seva reputació. El reconeixement de les certificacions incloses al etiquetatge dels productes facilita aquesta cerca. S'inclou un sistema de gamificació per involucrar millor a l'usuari.
PERFIL TECNOLÒGIC	L'aplicació inclou un algoritme IA de reconeixement de certificacions (labels), entrenat amb diferents logos utilitzats habitualment a Europa en l'àmbit de l'economia responsable, sostenible i ètica.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	ENIDE
BENEFICIS DERIVATS	Major comprensió del procés de compra responsable i suport al consumidor.
LÍNIES DE FUTUR	Major suport de productes i certificacions
Web	https://3co-project.eu/consumer-app/

CAS IL·LUSTRATIU	PLANIFICACIÓ I SEQÜENCIACIÓ DEL PROCÉS DE TRAFEGAMENT A LES BODEGUES EN LA FASE DE PREPARACIÓ DEL VI
BREU DESCRIPCIÓ	El procés té per objectiu crear un seqüenciador de les tasques de trafegament per a un celler dedicat a la producció de cava. L'optimització busca que durant el procés d'elaboració del cava es facin només els moviments entre tancs que siguin necessaris i que es recorri la mínima distància possible per reduir el consum d'aigua i energia. El procés cobreix les diferents etapes de producció, un cop finalitzada la fermentació i fins el procés previ a l'embotellat.
REPTE	Reduir el consum d'aigua requerit per netejar cada tanc i el consum d'energia en reduir les distàncies recorregudes i els moviments. Ajudar a la planificació de les tasques de preparació del vi.
SOLUCIÓ	Desenvolupar un model d'optimització per seqüenciar les tasques i l'ús dels tancs.
PERFIL TECNOLÒGIC	Model de programació entera mixta, algoritmes heurístics per resoldre el problema en un temps ajustat.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Empresa multinacional del sector vinícola dintre d'un projecte de recerca nacional (Misiones) d'aplicació d'IA al sector agroalimentari
BENEFICIS DERIVATS	Agilitzar la planificació de la preparació de les comandes. Ajustar els trasegaments als mínims necessaris.
LÍNIES DE FUTUR	incorporar models de predicció de la demanda. Afegir noves condicions al model que tinguin en compte característiques dels equip de treball
Web	https://eurecat.org/es/portfolio-items/alimente21/

CAS IL·LUSTRATIU	ESEP4FREIGT - PLATAFORMA WEB PER ACCELERAR EL CANVI MODAL AL TREN EN EL TRANSPORT DE MERCADERIES
BREU DESCRIPCIÓ	La web intermodal-railfreight.eu agrupa en una única plataforma informació rellevant per fomentar l'ús del tren en el transport de mercaderies. Està basada en tres pilars: accés únic a les taules d'horaris ferroviaris dels principals operadors europeus, amb una calculadora de rutes que inclou una estimació dels costos externs: ofereix un anàlisi del marc contractual per facilitar les connexions entre els diferents actors implicats i mostra mitjançant un mapa l'estat actual del transport ferroviari de mercaderies a Europa i el seu potencial creixement. Inclou a més a més una demostració de com l'smart contract i la tecnologia blockchain pot facilitar la traçabilitat i la transparència en el transport intermodal.
REPTE	Fomentar el canvi modal reduint l'ús de la carretera en el transport de mercaderies a Europa.
SOLUCIÓ	S'ha desenvolupat una calculadora de rutes fent servir principalment tren i altres mitjans alternatius al tren, que inclou una estimació de costos externs. Exemple real aplicant tecnologia blockchain per generar contractes intel·ligents i fer la traçabilitat del transport.
PERFIL TECNOLÒGIC	Algoritme aplicant optimització de rutes per calcular les rutes. Tecnologia blockchain per la traçabilitat del transport. Models ML per analitzar el volum de productes transportats en tren a Europa per regions, detectant potencial creixement a nivell nacional.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Projecte finançat per la UE i Europe's Rail, sota el marc del programa HORIZON-ER-JU-2022-02
BENEFICIS DERIVATS	Creació d'una plataforma neutral i gratuïta on recollir i mostrar informació rellevant pel transport intermodal de mercaderies a Europa.
LÍNIES DE FUTUR	Incrementar el nombre d'operadors i empreses involucrades en el transport de mercaderies que ofereixen les seves dades a la plataforma.
Web	https://intermodal-railfreight.eu

CAS IL·LUSTRATIU	ADAPTA
BREU DESCRIPCIÓ	ADAPTA és un projecte nacional finançat pel programa *Proyectos de I+D+i en líneas estratégicas – TransMisiones 2023* del Ministeri de Ciència, Innovació i Universitats, alineat amb les prioritats europees d'automatització avançada i digitalització de la logística. El projecte es desenvolupa en col·laboració entre un centre tecnològic i una empresa catalana fabricant de carretons elevadors, amb l'objectiu d'abordar reptes reals de la logística industrial.
REPTE	Les operacions de càrrega i descàrrega de camions continuen sent un dels punts més crítics i menys automatitzats de la cadena logística. Els principals reptes són la variabilitat extrema en la posició dels camions i dels pallets, la manca d'estandardització dels molls i dels vehicles, i la dificultat d'automatitzar aquests processos sense modificar o adaptar les infraestructures existents. Aquesta complexitat limita l'ús de solucions automatitzades convencionals i manté una elevada dependència d'operadors especialitzats
SOLUCIÓ	El projecte ADAPTA desenvolupa una solució basada en percepció avançada, intel·ligència artificial i planificació dinàmica que permet a un carretó elevadora operar de forma autònoma en processos de càrrega i descàrrega de camions en entorns no estructurats. La solució està dissenyada per funcionar sense necessitat d'infraestructura addicional, adaptant-se a la variabilitat real dels molls i dels camions mitjançant una comprensió dinàmica de l'entorn.
PERFIL TECNOLÒGIC	La solució integra tecnologies de visió artificial i percepció 3D, IA per a la detecció i estimació de la posició d'objectes, navegació autònoma i planificació de maniobres complexes, així com fusió sensorial basada en càmeres i sensors LiDAR. L'enfocament se centra en la robustesa de la percepció i la presa de decisions en temps real, sense dependència directa de sistemes de gestió logística externs.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Projecte impulsat per un centre tecnològic en col·laboració amb el fabricant català de carretons elevadors Artisteril, responsable del desenvolupament de la plataforma industrial sobre la qual s'integra la solució d'autonomia.
BENEFICIS DERIVATS	La solució contribueix a millorar la seguretat laboral en operacions de moll, augmenta la flexibilitat operativa davant entorns no estandarditzats, redueix la dependència de mà d'obra altament especialitzada i facilita l'escalabilitat de l'automatització a diferents entorns logístics i industrials.
LÍNIES DE FUTUR	Com a evolució, es preveu la integració d'aquestes capacitats en flotes heterogènies de vehicles, l'optimització global de les operacions de moll i camions, i la incorporació de mecanismes d'aprenentatge continu que permetin al sistema adaptar-se progressivament a nous entorns i configuracions operatives.

CAS IL·LUSTRATIU	GREENLOG
BREU DESCRIPCIÓ	GREENLOG és un projecte europeu finançat pel programa Horizon Europe, dins de la convocatòria HORIZON-CL5-2021-D6-01-08 – *New delivery methods and business/operating models to green the last mile and optimise road transport.* El projecte explora nous models de distribució urbana sostenible mitjançant solucions robòtiques i operatives innovadores.
REPTE	La logística urbana afronta restriccions ambientals creixents, com les zones de baixes emissions (ZBE), un cost elevat de la distribució en entorns urbans densos i una fragmentació operativa entre hubs de proximitat. Aquests factors generen ineficiències, especialment en els desplaçaments recurrents entre punts logístics urbans, i incrementen el temps no productiu dels operadors humans.
SOLUCIÓ	En el marc de GREENLOG s'ha desenvolupat una prova de concepte que utilitza un robot mòbil per connectar dos hubs de distribució urbana basats en ciclologística. En aquest escenari, un rider carrega els paquets al robot, que és capaç de navegar de manera autònoma per una estació de metro, accedir al tren en el moment adequat, baixar en una altra estació i lliurar la mercaderia a un segon rider. Aquesta operació elimina el temps mort associat als desplaçaments en metro dels repartidors, millorant l'eficiència global del servei.
PERFIL TECNOLÒGIC	La solució es basa en un robot mòbil autònom capaç d'operar tant en entorns exteriors com interiors, amb un enfocament centrat en maniobres basades en percepció i interacció segura amb entorns públics complexos. La prova de concepte prioritza els reptes tècnics associats a la navegació autònoma en estacions de transport públic i a la sincronització amb serveis ferroviaris, sense incorporar optimització de rutes ni integració directa amb plataformes logístiques. El sistema opera amb propulsió elèctrica i zero emissions locals.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Projecte impulsat per un centre tecnològic en col·laboració amb operadors logístics urbans, orientat a explorar nous models operatius de distribució sostenible en entorns metropolitans.
BENEFICIS DERIVATS	La solució permet reduir el temps no productiu dels riders associat als desplaçaments en transport públic, facilita la interconnexió eficient entre hubs urbans, contribueix a la reducció d'emissions i millora l'eficiència global de la logística urbana mitjançant una millor coordinació entre actors i modes de transport.
LÍNIES DE FUTUR	Com a línies futures, es preveu l'escalat del concepte a flotes de robots i la seva integració amb altres modes de distribució urbana, com microhubs i solucions d'última milla, avançant cap a models multimodals més coordinats i sostenibles.

CAS IL·LUSTRATIU	VEEPEE - PYTHIA
BREU DESCRIPCIÓ	Algoritme d'aprenentatge automàtic (machine learning) per preveure els productes físics venuts a totes les vendes flash de Veepee.com.
REPTE	Proporcionar previsions tan precises i tan sovint actualitzades com sigui possible per permetre que els magatzems de Veepee organitzin la seva activitat. Necessitat de dimensionar equips de magatzem, preparar picking/packing i capacitat de transport amb antelació i amb menor incertesa. Entorn de pics de demanda molt variables en campanyes de curta durada i amb estoc limitat.
SOLUCIÓ	Algoritme que preveu unitats i comandes venudes per venda flash, dia i país amb una acuracitat de 75% per cada venda. Difusió d'aquestes previsions als equips i eines operatives en formats accionables, tan actualitzades com sigui possible per facilitar decisions ràpides.
PERFIL TECNOLÒGIC	Algoritme d'aprenentatge automàtic basats en arbres de decisió utilitzant dades històriques de vendes i variables de context.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Empresa de comerç electrònic (e-commerce). Projecte impulsat i utilitzat principalment per Operacions, Logística i equips de Data/Tech.
BENEFICIS DERIVATS	Millor planificació de recursos. Millor planificació del transport. Costos reduïts.
LÍNIES DE FUTUR	Anar a una granularitat més fina amb la previsió per SKU. Incorporar noves fonts de context disponibles (promocions, calendaris, senyals de trànsit web) per enriquir la previsió
Web	https://www.veepee.com

CAS IL·LUSTRATIU	GALA
BREU DESCRIPCIÓ	Aprofitar l'ús de la previsió per SKU per optimitzar la utilització de la capacitat, la productivitat i, per tant, reduir els costos.
REPTE	Permetre que els magatzems de Veepee absorbeixin volums creixents mentre milloren la productivitat i redueixen els costos, tot amb una capacitat fixa.
SOLUCIÓ	Utilitzar la previsió a nivell de SKU per classificar els productes a la recepció segons si es vendran o no.
PERFIL TECNOLÒGIC	Algoritme d'aprenentatge automàtic basats en arbres de decisió utilitzant dades històriques de vendes i variables de context. Per fer-les operatives, apliquem un sistema de quantils manual (p. ex., P50/P90) que defineix bandes d'incertesa mitjançant percentils i factors d'ajust derivats dels errors històrics, per adaptar la planificació a escenaris centrals i conservadors.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Empresa de comerç electrònic (e-commerce). Projecte impulsat i utilitzat principalment per Operacions, Logística i equips de Data/Tech.
BENEFICIS DERIVATS	Disminuir la saturació dels nostres magatzems, millorar la productivitat i, per tant, enviar més de pressa i a un cost reduït
LÍNIES DE FUTUR	Fer previsió de comandes amb una sola unitat per tal d'evitar processos de preparació, optimitzar capacitat i entregar amb major velocitat aquestes comandes
Web	https://www.veepee.com

CAS IL·LUSTRATIU	PREVENTING QUALITY ISSUES WITH 24/7 REALTIME AGENTIC MONITORING
BREU DESCRIPCIÓ	Truecold es un SaaS B2B per la gestió de dades de la cadena de fred que s'integra amb dispositius IoT, centralitza i computa aquestes dades en temps real per donar-les d'intel·ligència. No és un software de monitorització sinó el cervell digital en logística de temperatura controlada gràcies a Agents que controlen 24/7 el supply chain i la integritat dels productes així com avaluen les possibles incidències o desviacions detectades (reactiva i preventivament)
REPTE	Merma de 35$ billions en sector pharma i 500 milions de tones en alimentació. A banda d'agilitzar procesos de qualitat i alliberació de lots de producte a mercat
SOLUCIÓ	Cervell en logística de temperatura controlada que no només monitoritza sino que centralitza dades, computa en temps real i permet a les empreses apendre de les errades dels demés. Output resultant, menys desperdici, més automatització i una tecnologia al servei del pacients i usuaris.
PERFIL TECNOLÒGIC	Diferents models. Des d'algoritmes ML per crear un Risk score o generació d'alertes predictives, fins AI generativa per la definició del "Root Cause Analysis".
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Truecold, Startup innovadora reconeguda a nivell nacional i internacional.
BENEFICIS DERIVATS	35$ billions d'estavi potencial en sector biopharma, 500 milions de tones en aliments. 35 min d'augment d'eficiència en controls de qualitat per enviament.
LÍNIES DE FUTUR	Si ara tenim el focus en control tèrmic, podem extrapolar-ho a detecció de furts (al sector pharma en segons quins països és un tema molt rellevant)
Web	https://truecold.io

CAS IL·LUSTRATIU	OPTIMITZACIÓ INTEL·LIGENT DE RUTES I ENTREGUES EN LA DISTRIBUCIÓ DE VINS
BREU DESCRIPCIÓ	Una de les distribuïdores de vi més importants d'Europa, va digitalitzar la planificació de rutes i el seguiment d'entregues mitjançant una solució desenvolupada per Hedyla. La plataforma permet planificar rutes dinàmiques de distribució e-commerce i a botiga, gestionar la preparació de comandes i oferir visibilitat en temps real als comercials i conductors a través d'aplicacions mòbils integrades.
REPTE	La planificació manual de rutes generava ineficiències operatives i retards, ja que els mateixos conductors decidien els recorreguts. A més, les comandes només es podien preparar a última hora i els comercials no tenien visibilitat sobre l'estat de les entregues. L'objectiu era unificar la planificació, execució i seguiment dins d'una mateixa eina digital per millorar l'eficiència, la sostenibilitat i la qualitat del servei.
SOLUCIÓ	Hedyla va implantar un sistema intel·ligent de planificació de rutes dinàmiques i seguiment en temps real, integrat amb l'ERP Navision. La solució va incloure: • Optimització automàtica de rutes per a distribució e-commerce, hostaleria i botigues. • App per a conductors i comercials amb confirmació d'entrega i gestió d'incidències. • Optimització de la càrrega de palets i preparació de comandes al magatzem. • Monitoratge d'emissions de CO_2 i rendiment operatiu. La innovació rau en l'aplicació d'algoritmes d'optimització i anàlisi de dades per transformar la gestió logística en un procés àgil, eficient i sostenible.
PERFIL TECNOLÒGIC	El sistema utilitza algoritmes d'optimització i aprenentatge automàtic per generar rutes dinàmiques tenint en compte variables com la distància, el trànsit, els horaris d'entrega i la capacitat de càrrega. Les dades de telemetria i de l'app de conductors s'integren en temps real per actualitzar l'estat de cada enviament i analitzar-ne el rendiment operatiu. Els quadres de comandament dinàmics permeten una anàlisi avançada que dona suport a la presa de decisions basada en dades i a la millora contínua del servei.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	Hedyla es una empresa tecnològica catalana especialitzada en programari logístic basat en IA i tecnologia cloud.
BENEFICIS DERIVATS	• Reducció dràstica del temps de planificació de rutes. • Millora de la visibilitat operativa i la comunicació entre departaments. • Optimització de la càrrega i la preparació de comandes. • Disminució de trucades entre comercials i conductors. • Major control sobre les emissions de CO_2 i l'eficiència logística. • Millora de l'experiència del client gràcies a un servei més fiable, àgil i sostenible.
LÍNIES DE FUTUR	El projecte continuarà evolucionant amb la incorporació de noves funcionalitats desenvolupades per Hedyla, com el booking de reserva de molls i l'albarà digital. Aquestes ampliacions permetran reforçar la traçabilitat, l'automatització i la sostenibilitat de l'operativa, avançant cap a una logística totalment digitalitzada i eficient.
Web	https://hedyla.com

CAS IL·LUSTRATIU	ESTANDARDITZACIÓ DE PROCESSOS DE DISTRIBUCIÓ MITJANÇANT INTEL·LIGÈNCIA ARTIFICIAL PER AL CANAL ONLINE
BREU DESCRIPCIÓ	Ametller Origen és un dels principals referents del sector retail d'alimentació a Catalunya. En el context d'un fort creixement del seu canal online, la companyia va confiar en Routal per estandarditzar i optimitzar els processos de distribució, amb l'objectiu de millorar l'eficiència operativa i escalar el servei des de la ciutat de Barcelona fins a tota la província.
REPTE	Durant la pandèmia de la COVID-19, Ametller Origen va experimentar un creixement sobtat del 1.000% en el volum de les seves operacions online en qüestió de dies. Aquest increment extraordinari, difícil de gestionar amb processos tradicionals, va posar en risc la capacitat de l'empresa per mantenir els seus estàndards de qualitat de servei, especialment pel que fa a les entregues amb franges horàries d'una sola hora. Davant d'aquest escenari, es feia imprescindible disposar d'una solució que permetés guanyar eficiència, escalar ràpidament les operacions i mantenir l'excel·lència en el servei al client.
SOLUCIÓ	Routal va implantar, en tan sols una setmana, una plataforma basada en intel·ligència artificial per a l'optimització dinàmica de rutes de repartiment del canal online. La solució inclou: • Plataforma d'optimització de rutes amb gestió avançada de restriccions de negoci (capacitats, finestres horàries, prioritats, etc.). • Seguiment en temps real de cada repartidor i de cada entrega. • Mòdul de comunicació amb el client final, amb càlcul precís de l'hora estimada d'arribada. • Sistema de càlcul i monitorització de les emissions de CO_2 associades a les entregues.
PERFIL TECNOLÒGIC	La solució de Routal es basa en un conjunt d'algorismes avançats d'optimització de rutes capaços de gestionar entorns operatius complexos i altament dinàmics.
PERFIL D'EMPRESA O IMPULSOR	El sistema aprèn contínuament a partir de les decisions generades per la pròpia operació, permetent una millora constant dels resultats. A més, la seva interfície intuïtiva facilita la realització de canvis en temps real de manera ràpida i senzilla, fet clau per adaptar-se a incidències o canvis imprevistos del dia a dia.
BENEFICIS DERIVATS	• Millora significativa de l'eficiència de les operacions de distribució. • Estalvi de fins al 28,9% en consum de combustible. • Reducció de més de 2 hores en el temps mitjà per ruta. • Disminució de les emissions de CO_2. • Estandardització dels processos de planificació i monitorització de les entregues. • Millora de la comunicació amb el client final i reducció d'incidències. • Increment del marge operatiu per entrega. • Ampliació de l'àrea operativa del canal online d'1,5 milions d'habitants a gairebé 6 milions.
LÍNIES DE FUTUR	El projecte porta gairebé sis anys en funcionament i continua evolucionant tant a nivell tecnològic com de processos interns, acompanyant el creixement d'Ametller Origen i facilitant l'obertura a nous mercats i models operatius.
Web	https://www.routal.com

CIDAI Centre of Innovation for Data tech and Artificial Intelligence

C/Bilbao, 72 Edif. A.
08005 - Barcelona
Tel. +34 93 7419 100
info@cidai-catalonia-ai.eu
www.cidai.eu

Promotors

Membres