

TRASPORTI

54-55

& cultura

rivista di architettura delle infrastrutture nel paesaggio



PORTI E CATENE LOGISTICHE GLOBALI

Comitato Scientifico:

Oliviero Baccelli
CERTeT, Università Bocconi, Milano

Paolo Costa
già Presidente Commissione Trasporti Parlamento Europeo

Alberto Ferlenga
Università Iuav, Venezia

Giuseppe Goisis
Filosofo Politico, Venezia

Massimo Guarascio
Università La Sapienza, Roma

Stefano Maggi
Università di Siena

Giuseppe Mazzeo
Consiglio Nazionale delle Ricerche, Napoli

Cristiana Mazzoni
École nationale supérieure d'architecture de Paris-Belleville

Marco Pasetto
Università di Padova

Franco Purini
Università La Sapienza, Roma

Michelangelo Savino
Università di Padova

Enzo Siviero
Università telematica E-Campus, Novedrate

Zeila Tesoriere
Università di Palermo - LIAT ENSAP-Malaquais

Luca Tamini
Politecnico di Milano

Maria Cristina Treu
Architetto Urbanista, Milano

Rivista quadrimestrale
maggio-dicembre 2019
anno XIX, numero 54-55

Direttore responsabile
Laura Facchinelli

Direzione e redazione
Cannaregio 1980 – 30121 Venezia
e-mail: laura.facchinelli@trasportiecultura.net
laura.facchinelli@alice.it

La rivista è sottoposta a double-blind peer review

Traduzioni in lingua inglese di Olga Barmine

La rivista è pubblicata on-line nel sito www.trasportiecultura.net

2019 © Laura Facchinelli
Norme per il copyright: v. ultima pagina

Editore: Laura Facchinelli
C.F. FCC LRA 50P66 L7365

Pubblicato a Venezia nel mese di dicembre 2019

Autorizzazione del Tribunale di Verona n. 1443 del
11/5/2001

ISSN 2280-3998 / ISSN 1971-6524

TRASPORTI

5 PORTI E CATENE LOGISTICHE GLOBALI

di Laura Facchinelli

7 POLITICHE ITALIANE PER RIDURRE LE INEFFICIENZE E AUMENTARE LA SOSTENIBILITÀ DA GREEN DEAL EUROPEO DELLA PORTUALITÀ E DELLA LOGISTICA ITALIANE

di Paolo Costa

15 MEASURING PORT CONNECTIVITY AND EFFICIENCY. CRUCIAL TO IMPROVE PORT PERFORMANCE AND TRADE COMPETITIVENESS

By Hassiba Benamara, Jan Hoffmann, Luisa
Rodriguez and Frida Youssef

23 THE NORTHERN-EUROPEAN PORTS: CURRENT SITUATION, SUCCESS FACTORS AND FUTURE TRENDS

by Thierry Vanelander

31 IL FUTURO DEI PORTI È SMART

di Francesco Filippi

37 INFRASTRUTTURE E LOGISTICA AL SERVIZIO DEI PORTI: IL SISTEMA PORTUALE DEL MAR LIGURE OCCIDENTALE

di Laura Ghio

43 IL PORTO FRANCO INTERNAZIO- NALE DI TRIESTE E IL SISTEMA PORTUALE DEL MARE ADRIATICO ORIENTALE, FRA PASSATO E FUTURO

di Vittorio Alberto Torbianelli e Stefania
Silvestri

53 IL RUOLO DELLE INFRASTRUTTURE FERROVIARIE NEL PORTO DI VENEZIA

di Marco Pasetto e Giovanni Giacomello

63 IL PORTO DI NAPOLI NELLO SCENARIO DELLE GRANDI TRASFORMAZIONI MARITTIME

di Pietro Spirito

71 NUOVE POLITICHE PER LO SVI- LUPPO DI TRASPORTI INTEGRATI E SOSTENIBILI PER IL RILANCIO DEI PORTI DI TRANSHIPMENT DI TARANTO E GIOIA TAURO

di Oliviero Baccelli

79 LE ZONE ECONOMICHE SPECIALI, LA NUOVA FRONTIERA PER LO SVILUPPO DEI PORTI E DEL SISTEMA INDUSTRIALE

di Alessandro Panaro

87 CONFRONTO NEL TRASPORTO MERCİ INTERCONTINENTALE TRA I PORTI DEL NORD ITALIA E QUELLI DEL NORD EUROPA IN TERMINI ECONOMICI E AMBIENTALI

di Agostino Cappelli

97 RIFLESSIONI SULLA CONGIUNTURA DELLA PORTUALITÀ ITALIANA

di Andrea Appetecchia

105 PORTO, CITTÀ E TERRITORIO: RELAZIONI DA RICOMPORRE

di Michelangelo Savino

113 EVOLUZIONE DEL TRASPORTO SU STRADA A SINGAPORE

di Massimiliano Porto

cultura

117 IL CONTAINER COME ELEMENTO DI ARCHITETTURA: SOSTENIBILITÀ E INNOVAZIONE

di Lenny Valentino Schiaretti

123 DE COMMERCII EVOLUTIONE: DIALOGHI ROMANI SUI CENTRI COMMERCIALI E SUL FUTURO DEGLI SPAZI PUBBLICI

di Giusi Ciotoli e Marco Falsetti

Ports and global logistics chains

by Laura Facchinelli

This issue of Trasporti & Cultura is dedicated to ports, to their work, to today's reality and to the prospects for Italian ports, and to a comparison with other European ports.

Ports are fundamental infrastructures for cargo traffic, and consequently for the economy of a country. The opening article underlines how transportation and infrastructure policy should seek to reduce the market inefficiencies and imperfections that crop up along the logistic chain. The cost of services, that weigh on the consumer price of products, must be reconsidered; it would be important to focus on ports that make it possible to limit the route from the point of origin to destination, with the purpose of reducing costs and benefiting the environment.

Measuring connectivity and efficiency is the first step towards improving the performance of a port and how competitive it is on the market: this is an important issue, because port performance and services are a critical factor that can have an impact on the economic development of a country.

Northern European ports base their success on efficiency, and on their planning capacity. The ports of Antwerp and Rotterdam form a port-industrial complex of international significance, which also includes other minor realities in the Dutch-Flemish area. These ports play an important strategic role, which in recent decades has grown with the rapid rise of container traffic; equally important considerations are employment and the added value generated there. For the future, experts emphasize the need to reinforce intermodal connections with the inland surrounding the port, developing internal navigation routes and railways.

The activities required to develop the processes inside a port are distributed among a multiplicity of subjects, individuals and organizations. There can be many factors of crisis. It will take strategies, investments and managerial capacity to avoid stagnation or decline. A strategic response is to become a smart port, with trained personnel, intelligent and automated infrastructure, collaboration between various interest groups.

This is the content of the opening articles, focused on planning and managerial organization. The articles that follow analyse several case studies of Italian ports: Trieste, aware of the strategic role it derives from its location in the heart of Europe and at the northern tip of a "great sea" open to the world; Venice, a port that will be analysed with a focus on the functionality of the railway infrastructure, which is key to the connection with the mainland; Genoa, a port in constant evolution, which will be examined in terms of the recent challenges to improve the connection between port and dry port (the last port mile) and the technologies that serve the port itself; Naples, where the theme of railway connections is a core issue in planning, to bridge a gap that is a negative factor for most of southern Italy. Another article is dedicated to the ports of Taranto and Gioia Tauro: in the matter of great port terminals dedicated to container trans-shipment it addresses the theme of economic-regional development and the efficiency of logistics in support of southern Italy's manufacturing industry.

The overview is extended with an analysis of the important role of special economic zones in the development of ports and the industrial system; with a comparative study between the ports of northern Italy and those of northern Europe in terms of the economy and the environment; and with general considerations on the current state of the port system in Italy.

Because this magazine has always liked to draw comparisons with other geographical areas, there is also an article about Singapore where the small size of its territory makes the management of port, urban and industrial spaces a constant challenge in terms of guaranteeing efficient mobility. It should not be forgotten that a port is not just a productive centre, it is also an area adjacent to the city. It is important to consider issues of city planning, arising from the need not only to occupy areas vacated by the reorganization of port activities, but in a wider sense, to build relations that have been interrupted for many years.

Finally, inspired by a little-known phenomenon, an architect explains how a container may be used to build an exhibition space, or more and more often, an actual building: a new trend, which is not only useful for recycling cast-off structures, it is also interesting as an idea for innovating architectural design.

Porti e catene logistiche globali

di Laura Facchinelli

Questo numero di Trasporti & Cultura è dedicato ai porti, alla loro attività, alla realtà presente e alle prospettive dei porti italiani, ad un confronto con altri porti europei.

I porti sono infrastrutture fondamentali per il traffico delle merci, e quindi per l'economia di un paese. Nell'articolo di apertura si sottolinea che la politica dei trasporti e delle infrastrutture dovrebbe puntare a ridurre le inefficienze e le imperfezioni di mercato che si manifestano lungo le catene logistiche. Occorre ripensare i costi dei servizi, che gravano sui prezzi finali dei prodotti; sarebbe opportuno puntare sui porti che consentono di ridurre al minimo il percorso dal punto di origine a quello di destinazione, allo scopo di ridurre i costi e apportare benefici per l'ambiente.

Misurare la connettività e l'efficienza è il punto di partenza per migliorare le prestazioni di un porto e la sua competitività sul piano commerciale: questione importante, perché le prestazioni portuali sono uno dei fattori critici che possono influenzare lo sviluppo economico di un paese.

I porti del nord Europa basano il loro successo proprio sull'efficienza, oltre che sulla capacità di programmazione. I porti di Anversa e Rotterdam formano un complesso portuale-industriale rilevante a livello internazionale, che comprende altre realtà minori dell'area fiammingo-olandese. Questi porti svolgono un importante ruolo strategico, che si è potenziato, nei decenni recenti, per la rapida crescita del traffico dei container; altrettanto importanti sono da considerare l'occupazione e il valore aggiunto che vi è generato. Per il futuro, gli esperti sottolineano che si dovrà rafforzare l'intermodalità dei collegamenti con l'entroterra portuale, puntando su navigazione interna e ferrovie.

Le attività necessarie per sviluppare i processi, all'interno di un porto, sono distribuite tra numerosi soggetti, individui ed organizzazioni. Molteplici possono essere i fattori di crisi. Per evitare la stasi o il declino occorrono strategie, investimenti, capacità gestionale. Una risposta strategica è diventare un porto smart, con personale preparato, infrastrutture intelligenti e automatizzate, collaborazione fra i vari gruppi di interesse.

Fin qui i contenuti degli articoli di apertura, che riguardano la progettualità e l'organizzazione gestionale. I contributi successivi analizzano alcune realtà portuali italiane. Trieste, consapevole del ruolo strategico legato alla propria collocazione nel cuore d'Europa e al vertice settentrionale di un "grande mare" aperto al mondo. Venezia, realtà della quale si analizza la funzionalità delle infrastrutture ferroviarie, fondamentali per il collegamento con l'entroterra. Genova, porto in continua evoluzione di cui si delineano le recenti sfide per il miglioramento della connessione tra porto e retroporto (ultimo miglio portuale) e delle tecnologie a servizio del porto stesso. Napoli, dove il tema dei collegamenti ferroviari è al centro della programmazione, per superare un gap che segna negativamente un po' tutto il Mezzogiorno. Un ulteriore contributo è dedicato ai porti di Taranto e Gioia Tauro: a proposito dei grandi terminal portuali dedicati ai traffici di transhipment nel settore container, si affronta il tema dello sviluppo economico-territoriale e dell'efficienza della logistica a supporto dell'industria manifatturiera del sud Italia.

La panoramica si amplia con un'analisi sull'importante ruolo delle zone economiche speciali per lo sviluppo dei porti e del sistema industriale; con un confronto fra i porti del nord Italia e quelli del nord Europa in termini economici e ambientali; con una riflessione generale sullo stato presente della portualità del nostro paese. Dato che a noi della rivista piace, da sempre, il confronto con altre realtà geografiche, ecco una testimonianza su Singapore dove, a causa della limitata estensione territoriale, la gestione degli spazi portuali, urbani e industriali rappresenta una sfida costante per garantire un'efficiente mobilità.

Non va dimenticato che un porto non è solo una realtà produttiva, ma anche un'area confinante con la città. Importante la riflessione urbanistica, che nasce dall'esigenza non solo di occupare le aree dismesse a seguito della riorganizzazione delle attività portuali, ma, in senso più ampio, di costruire relazioni che sono state interrotte per molti anni tra il porto e il contesto retrostante, urbano e territoriale.

Infine, prendendo spunto da un fenomeno ancora poco noto, un architetto spiega come si può utilizzare un container per costruire uno spazio espositivo o, sempre più spesso, anche un vero e proprio edificio: una tendenza nuova, non solo utile per riciclare strutture non più utilizzate, ma anche interessante come spunto per l'innovazione nel progetto di architettura.



Il futuro dei porti è smart

di Francesco Filippi

Un porto è un nodo logistico. In quanto tale è una infrastruttura dove attività strategiche, gestionali e organizzative governano i flussi di merci (contenitori, rinfuse, liquidi e altro), i loro depositi e le relative informazioni per un elevato livello di efficienza e competitività. Il porto è anche a servizio dei passeggeri, enormi navi da crociera sbarcano migliaia di passeggeri come in una stazione ferroviaria e un aeroporto.

Le attività necessarie per sviluppare i processi sono distribuite tra numerosi soggetti, individui od organizzazioni, dalle autorità e operatori portuali, agli operatori logistici, compagnie marittime e autorità amministrative.

I porti possono entrare in crisi per variazioni dei traffici. Le crisi sono determinate da molti diversi fattori. I principali sono le innovazioni tecnologiche e la digitalizzazione, il gigantismo navale, l'apertura di nuove rotte, Panama e Suez, la guerra dei dazi, US e Cina, la sfavorevole evoluzione di variabili macroeconomiche, i cambiamenti socio-demografici, i mutamenti normativi, la frammentazione delle *supply chain*, le normative sulla CO₂ e sulle emissioni, e la competizione.

Le compagnie di navigazione, per mantenere la loro posizione dominante, controllano le rotte più trafficate attraverso fusioni, acquisizioni, alleanze strategiche che influenzano l'attrattiva dei porti e la competizione.

Questi cambiamenti inevitabilmente sfuggono alla sfera di influenza del porto. Il porto per evitare la stasi o il declino deve riallineare le capacità strategiche, di investimento e gestionali all'evoluzione del suo ambiente di riferimento.

Una risposta strategica è diventare un porto smart, che utilizza la tecnologia di quarta generazione. Questo gli consente di ottimizzare i flussi in modo automatico e di consumare meno energia, che viene prodotta in gran parte da fonti rinnovabili con bassi livelli di CO₂.

Un porto smart è formato da personale meglio istruito per lavori qualificati e da infrastrutture intelligenti e automatizzate. Il sistema facilita lo sviluppo e la condivisione delle conoscenze, ottimizza le operazioni portuali, migliora la resilienza del porto, conduce a uno sviluppo sostenibile e garantisce attività sicure e protette. Il porto è in definitiva più attrattivo e competitivo, riesce a fare di più con meno, aumenta la capacità, abbassa i costi, fornisce più servizi di migliore qualità, rende il transito dei carichi rapido, privo di code, senza rallentamenti burocratici, compilazione di scarthoffie. L'intelligenza artificiale, l'internet delle cose (IoT), le grandi quantità di dati (big data), il cloud, la *distributed ledger technology* (DLT), l'automazione e altre innovazioni applicate in modo smart, gli

The future of ports is smart by Francesco Filippi

A port is a logistic hub, an infrastructure in which strategic, managerial and organizational activities govern the flow of cargo (containers, bulk cargo, liquids and more), how it is stored and all the information required for a greater level of efficiency and competitiveness. The port is also at the service of passengers: giant cruise ships disembark thousands of passengers, like a railroad station or an airport. The activities required to implement the processes are distributed among a large number of subjects, individuals or organizations: from port authorities and operators, to logistics operators, maritime companies and administrative authorities. Ports can plunge into crisis for different reasons. Shipping companies maintain their dominant positions by controlling the busiest routes through mergers, acquisitions or strategic alliances that impact the ports' attractiveness and competitiveness. To avoid stagnation or decline, a port must realign its capacity for strategy, investment and management with the evolution of its local surroundings. One strategic response is to become a smart port, with better-educated personnel filling more qualified jobs and with intelligent automated infrastructures. Smart does not just mean applying digital technology, the port authority must apply and manage integrated technological innovation with a collaborative approach that involves all interest groups.

Nella pagina a fianco, in alto: Gru automatiche di banca-china e gru automatiche a portale nei depositi contenitori senza mensole, con una e due mensole al Porto di Shanghai Yangshan (fonte: porto di Shanghai Yangshan; Figura 7 Controllo dei Contenitori con telecamere (fonte: YU F.X. Fu e O. Postolache (2018) IEEE Instrumentation and Measurement Magazine, february 2015).



1 - Il terminal contenitori automatico del porto di Shanghai Yangshan con gli AGV. Fonte: Porto di Shanghai Yangshan.

2 - Carico di un container in automatico sugli AGV in attesa al porto di Shanghai Yangshan (fonte: Huwaei).

consentono di migliorare i processi in termini di efficienza, produttività e qualità.

Smart non è solo applicazione di tecnologia digitale, l'autorità portuale deve applicare e gestire innovazioni tecnologiche integrate con un approccio collaborativo con tutti i gruppi di interesse. La sfida è creare un ecosistema capace di far interagire in modo intelligente uomini, macchine e ambiente.

Applicazioni tecnologiche ai porti

La realizzazione di un sistema integrato tra tutti i gruppi di interesse, dentro e fuori del porto è ancora agli inizi.

Il viaggio di un container, dal punto A al punto B, può essere ancora lento e complicato, a seconda dei trasporti utilizzati e dei paesi attraversati. Tale operazione richiede ancora molti documenti amministrativi, un grande dispendio di attività manuali, assicurazioni, transazioni con diversi tassi di cambio, ispezioni e così via. Sono tutte barriere che rallentano i tempi e aumentano i costi del contenitore. Tutte le informazioni necessarie a velocizzare esistono e sono classificate, ma non sono

omogenee e condivise tra i vari attori della *supply chain*. Integrare, rendere omogenei e trasparenti i dati è esattamente ciò che fanno le nuove tecnologie digitali smart.

In attesa di massicci investimenti in tecnologia per realizzare gli ecosistemi smart, i porti hanno iniziato a sviluppare applicazioni parziali su specifiche attività portuali.

Il porto di Amburgo usa un sistema ICT Port Monitor per fornire agli operatori portuali di mare e di terra una varietà di informazioni raccolte con un sistema di sensori e telecamere. Le informazioni riguardano la posizione delle navi, il livello dell'acqua, gli ormeggi disponibili, i lavori in corso, l'allerta sul sollevamento di un ponte, gli incidenti e le code di traffico. Il sistema riduce i tempi delle operazioni, migliora la circolazione e riduce l'inquinamento.

CMA CGM, l'operatore della terza compagnia di navigazione al mondo, utilizza contenitori con antenne a relé capaci di scambiare informazioni sulla loro posizione con la sala di controllo del porto. L'informazione consente alle banchine di anticipare l'arrivo del contenitore, indicare l'orario ottimale di arrivo per evitare ritardi e code, se la nave è costretta a rallentare risparmia carburante e non aspetta in rada.

Le ispezioni delle navi in banchina e delle condizioni del bacino richiedono spesso più tempo del previsto, e questo incide sui costi delle navi. Il porto di Rotterdam sta sperimentando piccoli droni sottomarini autonomi con telecamere per ridurre la durata delle ispezioni e risparmiare tempo e denaro.

Sempre il porto di Rotterdam ha accesso a dati meteorologici precisi, che può condividere con le navi. Con l'ausilio di strumenti come i sensori IoT, l'intelligenza aumentata e i dati meteorologici, il porto fornisce bollettini accurati sulla meteorologia e sullo stato del mare. Le navi possono così determinare il momento migliore per arrivare al porto. Gli arrivi con mare calmo risparmiano il carburante.

La comunità portuale di Barcellona comunica con una piattaforma ICT. La piattaforma ha una disponibilità elevatissima, 99,9%, 24/7, con messaggi distribuiti con meno di 3 minuti. La piattaforma, modulare e scalabile, consente lo sviluppo e la qualità del servizio per un numero praticamente illimitato di utenti, messaggi e transazioni. Dal punto di vista ambientale, il porto esegue controlli della qualità dell'aria e delle emissioni delle navi in banchina. I dati sono condivisi con il Consiglio comunale di Barcellona e il governo della Catalogna per elaborare mappe delle emissioni e predisporre interventi di mitigazione.

Il porto di Valencia ha in corso un progetto pilota chiamato "scatole nere", installate su gru, carrelli elevatori e camion. Le scatole nere raccolgono informazioni in tempo reale su posizione, stato e consumo di energia e forniscono la disponibilità e l'efficienza operativa.

Il porto di Yangshan a Shanghai è il più grande terminal container automatizzato del mondo. Copre 2,23 milioni di mq e ha una banchina di 2.350 m. (Figg. 1 e 2). Il porto di Yangshan sarà in grado di gestire fino a 6,3 milioni di TEU. L'area del terminal container è priva di personale. Le manovre delle gru sono automatiche. I veicoli per la movimentazione dei container sono a guida automatica (AGV). Tutto può anche essere controllato e gestito in remoto. La comunicazione tra i diversi elementi del terminal dipende da una rete wireless a

5,8 GHz. La prima serie di macchine automatizzate comprende 10 gru a ponte, 40 gru a cavalletto su rotaia e 50 AGV.

Il porto di Göteborg ha in corso attività per ridurre l'impronta ambientale in accordo con il programma della città di Göteborg. Per una corretta gestione dei rifiuti, le navi in banchina usufruiscono di un funzionale sistema di raccolta differenziata a bordo organizzata dal porto. Per ridurre la dispersione nell'aria di composti organici volatili (COV) e di altri odori durante il caricamento dell'olio dei bunker sono state installate delle unità di controllo degli odori (OCU). Il porto ha un impatto acustico relativamente basso. Ciò nonostante sono state realizzate alcune misure di mitigazione, come la gommatura delle rampe metalliche utilizzate per attraccare le navi. Le emissioni di gas serra saranno compensate attraverso un progetto certificato dalle Nazioni Unite secondo il *Clean Development Mechanism (CDM)* Gold Standard. Misure di efficienza energetica sono in corso per edifici e veicoli, e per elettrificare le banchine con il sostegno finanziario delle compagnie di navigazione. Il porto offre anche sconti sulle tariffe per le navi con le migliori credenziali ambientali.

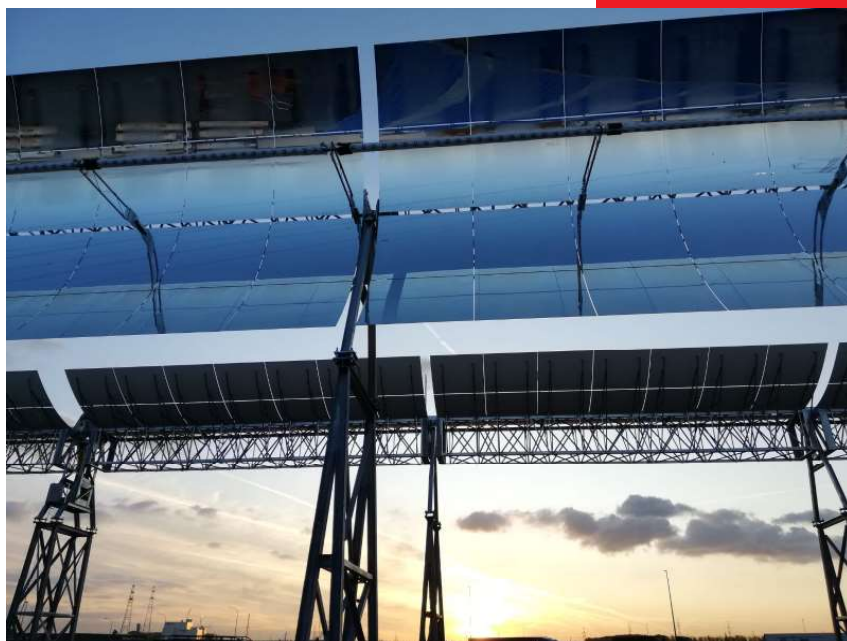
Il porto smart

Il settore portuale è stato generalmente lento nell'adozione delle nuove tecnologie. L'innovazione è partita nei porti principali maggiormente sottoposti a pressioni derivate dai cambiamenti e dalla concorrenza.

Per accelerare il cambiamento sono state avviate collaborazioni di lungo periodo con le aziende di tecnologia smart. Le prime applicazioni hanno generato enormi quantità di dati, presentati in varie forme e diversi supporti. L'efficacia dipende dal grado di condivisione, visibilità e fiducia di tutti gli interessati alle attività portuali. È così iniziato un circolo virtuoso di continuità nell'innovazione per potenziare e sistemizzare i risultati che man mano si raggiungono.

I benefici delle tecnologie smart è importante che arrivino anche alle comunità locali, agli abitanti delle aree circostanti il porto, alle attività commerciali, logistiche, industriali e di ricerca. I benefici sono: minore inquinamento, crescita economica, occupazione e lavoro qualificato, ricerca e sviluppo. Le tecnologie per realizzare un porto smart sono molte e diversificate. Le piattaforme (*multistakeholder*) con numerose applicazioni, connesse con i servizi basati sul cloud, dispositivi mobili e app, sensori e altre tecnologie *Internet of Things*, realtà aumentata, trasporti *driverless*, *Distributed Ledger Technology (blockchain)*, big data, *AI* e *digital twin*. Poi ci sono le numerose tecnologie della *meccatronica*, la robotica, le attrezzature per la movimentazione e i mezzi di trasporto, e dell'ambiente per la riduzione del CO₂ e dell'inquinamento.

Per l'efficacia del sistema bisogna privilegiare le piattaforme e i servizi che facilitano la collaborazione e promuovono l'efficienza dell'ecosistema. Queste stesse piattaforme e servizi consentono ai singoli partner di espandere le proprie attività senza aggiungere sostanziali nuove infrastrutture o attrezzature. Le piattaforme e i dati condivisi riducono i costi e possono anche produrre nuovi servizi e nuove fonti di reddito. Alcune applicazioni sono a beneficio di tutti i soggetti portuali e delle comunità locali, mentre altre sono per specifiche funzioni: ad esempio possono riguardare



solo l'autorità portuale, gli operatori dei terminal o gli abitanti delle aree circostanti.

Le applicazioni principali riguardano gli asset, le movimentazioni, i traffici interni e esterni al porto, le dogane, la sicurezza e l'ambiente.

Asset - I sensori IoT posizionati nei vari asset: banchine, strade, ferrovie, ponti, edifici, gru, carrelli, veicoli, natanti, magazzini e le porte di accesso trasmettono dati in tempo reale sulle condizioni operative e sullo stato dei vari componenti. Le informazioni consentono statistiche sulle utilizzazioni degli asset e riducono la necessità di ispezioni. Ma il motivo principale per l'applicazione dell'IoT agli asset è la manutenzione predittiva. Anziché eseguire ispezioni periodiche basate su calendario e sostituzione dei componenti, le tecniche predittive monitorano gli asset, prevedono i guasti e avvertono per l'intervento di riparazione o sostituzione quando le condizioni operative non rientrano nelle specifiche o per aver raggiunto i limiti operativi sicuri. I sensori verificano anche improvvise condizioni anomale. Quando una strategia di manutenzione predittiva funziona in modo efficace, la manutenzione viene eseguita

3 - Pannelli solari orientabili nel porto di Anversa (fonte: Porto di Anversa).

4 - La messa in opera di una turbina per lo sfruttamento energetico delle maree (fonte: Porto di Gladstone AU).



5 - Le turbine del porto di Rotterdam (fonte: Porto di Rotterdam).

sulle macchine solo quando è necessario, riducendo così le componenti da sostituire e la manodopera impegnata nelle sostituzioni.

Movimentazioni - I dati forniti dai sensori garantiscono che le gru e gli altri mezzi di movimentazione funzionino alla massima efficienza e siano adeguatamente mantenuti. Questi dati con quelli sui carichi, arrivi, tempi di giacenza, posizione nei piazzali e magazzini e con programmi di ottimizzazione con gli stessi dati consentono di migliorare la produttività, di gestire volumi maggiori riducendo i tempi di inattività e i consumi di energia

Traffici - I dati trasmessi dalle navi in anticipo riguardanti la posizione e i carichi consentono di avvisare i terminali e di predisporre l'accoglienza, riducendo i tempi in rada e in banchina, di ritardare l'arrivo con benefici effetti sui consumi. Lo stesso dal lato terra, i sistemi di prenotazione dei veicoli (*vehicle booking system* - VBS), i lettori di targhe, il *geofencing* e la conoscenza delle condizioni della rete consentono al porto una migliore stima dei tempi di arrivo, maggiore visibilità dei veicoli in entrata e in uscita e una migliore pianificazione dei processi portuali. I trasportatori ricevono gli orari per la consegna o il ritiro, e i percorsi ottimali. La prenotazione riduce il tempo di attesa, spesso passato intralciando le strade di accesso al porto e contribuendo a una scarsa qualità dell'aria.

Dogana - I dati necessari alle operazioni doganali sono dispersi, conservati su vari sistemi cartacei e digitali. Lo sdoganamento comporta un'accurata valutazione del rischio per prevenire frodi e falsificazioni, che spesso porta a ritardi nella spedizione. Le operazioni sono complesse e costose. La capacità limitata di prevedere, pianificare e condividere le informazioni raccolte comporta sul campo un notevole impegno del personale e un servizio scadente ai clienti.

I principali porti europei, per ridurre i costi associati alla documentazione del carico su carta e ai pagamenti doganali, stanno sperimentando la tecnologia *Distributed Ledger Technology* (DLT). L'esempio più noto è la *blockchain*, anche se forviante per la sua applicazione a un sistema di pagamenti innovativo con una nuovamoneta (*cryptocurrency*).

La DLT identifica e tiene traccia delle transazioni in modo digitale e condivide queste informazioni attraverso una rete distribuita di computer, una

specie di rete fidata distribuita tra numerosissimi utenti. La DLT consente contratti smart: un protocollo informatico che esegue senza il coinvolgimento di terzi, auto-verificante, auto-esecutivo e autonomo. La DLT risparmia tempo e costi, i documenti sono trasparenti, immutabili e più sicuri, resi ancora più robusti attraverso la crittografia e la condivisione all'interno della rete.

Lo sdoganamento diventa così un processo digitale in cui i documenti scorrono senza soluzione di continuità tra le parti interessate all'importazione e all'esportazione. Le informazioni sono visibili a tutti e immutabili, la privacy e la verificabilità sono anch'esse garantite, migliora l'efficienza che consente di risparmiare tempo e denaro.

I principali impatti sulle amministrazioni doganali sono:

- la raccolta dei dati è accurata e tempestiva (tutti i dati legati alla merce come venditore, acquirente, prezzo, quantità, corriere, finanza, assicurazione, stato e ubicazione della merce, eccetera);
- i dati sono integrati automaticamente nei sistemi doganali e confrontati con i dati presentati da commercianti e trasportatori;
- la conformità delle entrate nei paesi di importazione e la cooperazione tra fiscalità e dogane migliora con l'accesso automatizzato ai dati depositati nei sistemi dei paesi di esportazione;
- c'è una maggiore probabilità di rilevare reati finanziari con il confronto tra i dati commerciali presentati dagli operatori e un trasferimento di capitale registrato dagli istituti finanziari.

Sicurezza - I porti smart cercano di rilevare in anticipo i problemi della sicurezza, di aumentare la prevenzione e la prontezza della risposta. Per questo utilizzano normative, standard, formazione dei dipendenti, controllo periodico delle strutture, valutazione dei rischi, progettazione adeguata e sistemi di monitoraggio. Per esempio rilevano le intrusioni sulla base del movimento e riconoscimento di immagini con analisi video avanzate. I sistemi di accesso possono richiedere a dipendenti, autisti e visitatori di sottoporsi a scanner biometrici collegati in rete.

I porti smart aumentano però i rischi informatici. L'IoT e l'integrazione dei data base di persone, aziende e istituzioni con oggetti e veicoli porta a un aumento esponenziale della quantità di dati che circolano e dei rischi informatici. Per mitigare i rischi informatici occorre consapevolezza e pianificazione. La consapevolezza si ottiene con la formazione continua dei dipendenti alle procedure di sicurezza. La pianificazione delle emergenze e di scenari possibili prepara a reagire prontamente ed efficacemente in caso di attacco. Inoltre, le organizzazioni nazionali di normazione devono indicare alle autorità portuali in modo esauriente i test di sicurezza e le modalità con cui pianificare. Le norme è importante siano integrate con le linee guida sulla comunicazione e la condivisione delle informazioni predisposte da organismi globali come l'IMO.

Ambiente - Tre sono gli obiettivi prioritari: ridurre l'impatto climatico, l'impatto ambientale locale e il consumo di risorse. Per ridurre l'impatto climatico il porto deve funzionare con basse emissioni di CO₂, e comprendere anche il trasporto di persone e merci. Le iniziative per raggiungere questo obiettivo sono l'uso di fonti di energia rinnovabili, pannelli solari, energia dalle maree e onde (figura

4), turbine eoliche (figura 5) e impianti di metano-
lo per la produzione di biocarburanti dai rifiuti,
sistemi di trasporto collettivi e elettrici. Il porto può
incentivare le navi rispettose dell'ambiente con
sconti sulle tariffe portuali. La valutazione può es-
sere in base al punteggio dell'*Environmental Ship
Index* (ESI). L'indice valuta le prestazioni di una
nave oceanica per emissioni di azoto, zolfo e CO₂.
Il porto, per ridurre l'impatto ambientale locale,
deve poter gestire i principali rifiuti delle navi: rifiu-
ti oleosi, rifiuti chimici alla rinfusa, sostanze nocive,
imballaggi, liquami e generica immondizia. Ognu-
no dei tipi di rifiuti citati può avere effetti dannosi
per l'ambiente e richiede specifici trattamenti. Il
porto deve elaborare piani d'azione per la mani-
polazione, il riciclaggio, la ricezione e la riduzione
ai limiti fissati.

Altra misura è l'elettificazione delle banchine, per
consentire alle grandi navi di spegnere i loro gene-
ratori meno efficienti e inquinanti.

Il traffico merci e passeggeri, dentro e fuori dal
porto, ha un ruolo importante sulla sostenibili-
tà. Il porto può favorire i modi di trasporto meno
impegnativi sia sul clima sia sull'ambiente circo-
stante come i trasporti collettivi ed elettrici. L'uso
dello *short sea shipping*, della navigazione interna
e della ferrovia possono spostare quote rilevanti
di traffico dalla strada con effetti benefici sull'in-
quinamento e sulla congestione. Anche il traffico
pendolare in autovettura può essere ridotto con
misure che favoriscono l'autobus (frequenze, per-
corsi riservati e orari), la bicicletta, il car sharing e
penalizzano il parcheggio auto o favoriscono chi
non parcheggia.

Ulteriori inquinamenti da considerare sono quelli
dei rumori, del suolo, delle acque, degli odori sgra-
devoli e dei rifiuti. L'inquinamento acustico, gene-
rato da traghetti, navi, attività industriali, attività
di cantiere navale e servizi ausiliari, ha un impatto
negativo sulla popolazione urbana. Il porto deve
fissare dei limiti al rumore, predisporre barriere fo-
noassorbenti e verdi.

Le tecnologie IoT facilitano sistemi per la ridurre
il consumo di energia e gli sprechi. Un sistema di
illuminazione del terminale basato sul movimento
che si illumina solo quando i veicoli si trovano nel-
le vicinanze. L'uso dei droni come opzione a basso
costo per l'ispezione delle attrezzature, il pattu-
gliamento dei corsi d'acqua per perdite di petrolio
e il controllo degli interventi di pulizia.

tà portuale dotata di una piattaforma elettronica
neutrale e aperta che consente lo scambio intelli-
gente e sicuro di informazioni tra le parti interes-
sate pubbliche e private. La piattaforma ottimizza,
gestisce e automatizza i processi portuali e logisti-
ci attraverso un'unica trasmissione di dati e il colle-
gamento di catene di trasporto e logistica.

Livello 3 - Dal porto alle supply chain - Gli operato-
ri delle supply chain interessate al porto, dal lato
mare e terra, sono connessi con la comunità por-
tuale. Sono operatori ferroviari e navali, spedisio-
nieri, porti interni, terminal interni ecc. Gli orari
di arrivo e partenza sono determinati congiunta-
mente e condivisi. Le modalità di trasporto e mer-
ci possono essere monitorate e tracciate online. Il
sistema consente il consolidamento dei carichi e
la scelta ottimale tra le modalità. Il coordinamento
e la condivisione delle informazioni porta ad una
maggiore trasparenza ed efficienza nella logistica
portuale e nel trasporto nell'entroterra.

La conoscenza in anticipo degli arrivi di navi, treni
e camion sono importanti elementi per ottimizza-
re le prestazioni. Ma nella realtà gli arrivi possono
essere fortemente variabili. La disponibilità di dati
provenienti dall'esterno facilita la flessibilità dei si-
stemi portuali e l'adattabilità alle variazioni e ridu-
ce le perdite di prestazioni.

© Riproduzione riservata

Bibliografia

Alix Y. (2017) "What are the challenges faced by ports today?",
Paris Innovation Review.

Chu F., S. Gailus, L. Liu and L. Ni (2019) *The future of port au-
tomation*. McKinsey & Company Gardeitchik J., W. Buck and
A. van der Deijl (2019). *Move forward: step by step towards a digi-
tal port*. White paper, Port of Rotterdam.

Molavi A., G. J. Lim and B. Race (2019) "A Framework for Buil-
ding a Smart Port and Smart Port Index". *International Journal
of Sustainable Transportation*

Romeo S. and C. Patsioura (2017). "The IoT vision for smart
ports". *Beecham Research*

Yang Y., M. Zhong, H. Yao, F. Yu, Xi. Fu, and O. Postolache (2018)
"Internet of things for smart ports: technologies and challen-
ges". *IEEE Instrumentation and Measurement Magazine*

La realizzazione di un porto smart

L'approccio per realizzare un porto smart deve
essere necessariamente graduale, per fasi di com-
plessità tecnologica e organizzativa crescente.
Sono oggi raggiungibili tre livelli.

Livello 1: l'automazione individuale - Le autorità
portuali, le imprese e le organizzazioni all'inter-
no e nelle vicinanze del porto riprogettano i loro
processi operativi in vista dell'automazione. Il
progetto determina i cambiamenti alla struttura
organizzativa, le specializzazioni, i dati, le interfa-
ce uomo-macchina e le tecnologie. L'automazione
riguarderà i loro processi, dati e risorse. Esempi or-
mai numerosi sono i terminal automatici dei con-
tenitori.

Livello 2: il porto integrato - Le autorità portuali
coinvolgono gli operatori portuali per condividere
attivamente i dati e integrare i loro sistemi IT in un
unico ambiente digitale. Un esempio è la comuni-