

Infrastrutture critiche, trasformazione digitale e tecnologie abilitanti

La trasformazione digitale permette di ottimizzare il funzionamento delle infrastrutture critiche, rendendole più resilienti, efficienti e sostenibili. L'introduzione di tecnologie avanzate come l'intelligenza artificiale (IA), il cloud computing e l'Internet of Things (IoT) permette di monitorare e gestire queste infrastrutture in tempo reale, riducendo il rischio di guasti e migliorando la capacità di risposta a emergenze e imprevisti.

DOI 10.12910/EAI2025-020

di Maurizio Pollino, Laboratorio Analisi e Modelli per le Infrastrutture Critiche ed i Servizi essenziali- ENEA

Le Infrastrutture Critiche (IC) sono quei sistemi, reti e servizi essenziali per il funzionamento della società moderna, come reti energetiche, trasporti, comunicazioni, logistica e servizi sanitari. Gli aspetti relativi alla protezione e resilienza delle IC e dei servizi essenziali da esse erogati, sono al centro dell'Agenda Europea e internazionale ormai da molti anni. **La trasformazione digitale permette di ottimizzare il funzionamento di queste infrastrutture, rendendole più resilienti, efficienti e sostenibili. L'introduzione di tecnologie avanzate come l'intelligenza artificiale (AI), il cloud computing e l'Internet of Things (IoT) permette di monitorare e gestire queste infrastrutture in tempo reale, riducendo il rischio di guasti e migliorando la capacità di risposta a emergenze e imprevisti.**

Dati recenti mostrano una tendenza all'aumento - in frequenza ed intensità - delle calamità naturali che colpiscono le IC, con conseguenze sui cittadini ed incremento dei costi

relativi ai danni materiali. L'utilizzo di strumenti tecnologici avanzati per supportare le azioni di previsione e gestione delle emergenze è, pertanto, una strategia fondamentale al fine di una riduzione dei danni globali.

Con l'introduzione della Direttiva UE 2022/2557¹, la resilienza delle IC è diventata un obiettivo prioritario per i Paesi membri dell'Unione Europea. La Direttiva richiede infatti che i soggetti critici, come - ad esempio - quelli attivi nel settore dell'energia, dei trasporti e delle infrastrutture digitali, adottino misure preventive e reattive per mitigare i rischi legati a eventi naturali, antropici o minacce ibride. La Direttiva è stata recentemente recepita in Italia con il D. Lgs. N.134 del 04/09/2024². I settori previsti sono in tutto dodici: a quelli precedentemente citati si aggiungono anche, finanza, salute, acqua potabile, acque reflue, acque irrigue, pubblica amministrazione, spazio, produzione trasformazione e distribuzione di alimenti.

La sinergia tra IC e tecnologie abilitanti

Le tecnologie abilitanti sono quelle innovazioni che, attraverso l'integrazione con i processi produttivi e infrastrutturali esistenti, ne aumentano l'efficienza e la sostenibilità. **Tecnologie come l'AI, il 5G, la blockchain e i sistemi IoT stanno avendo un impatto significativo nel promuovere una transizione ecologica ed energetica.** Con l'implementazione della Direttiva UE 2022/2557, la resilienza delle infrastrutture (specialmente quelle energetiche) sarà ulteriormente rafforzata da queste tecnologie, che non solo aumenteranno l'efficienza operativa, ma permetteranno anche di identificare e rispondere rapidamente a eventuali minacce alla sicurezza, come interruzioni nell'erogazione dei servizi o minacce ibride che potrebbero mettere a rischio la continuità del servizio.

La sinergia tra IC e tecnologie abilitanti è fondamentale per affrontare le sfide poste dalla transizione ecologica ed energetica. Le reti di

¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:32022L2557>

² <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2024/09/23/24G00150/SG>

trasporto intelligenti e l'energia rinnovabile distribuita sono solo alcuni esempi di come la tecnologia può rendere più sostenibili settori tradizionalmente ad alto impatto ambientale. Un caso rilevante è l'uso di AI e machine learning per l'ottimizzazione della rete elettrica: questo approccio permette di creare modelli per fornire informazioni utili ad analizzare i consumi, ottimizzare la distribuzione in base alla domanda e migliorare la gestione operativa. Ciò avviene, per esempio, raccogliendo dati storici sui consumi degli utenti e generano modelli predittivi dei picchi di domanda in determinati periodi, ottenendo un sistema di gestione energetica più flessibile e resiliente.

Tornando alla Direttiva UE 2022/2557, essa prevede la definizione di misure atte a migliorare la sicurezza e la resilienza dei soggetti critici, richiedendo l'adozione di tecnologie avanzate e di protocolli di sicurezza per proteggere le infrastrutture dai rischi emergenti. Tra queste misure, l'introduzione di tecnologie come la manutenzione predittiva, abilitata dall'IoT e dall'analisi dei dati, può aiutare a prevenire malfunzionamenti e a garantire la continuità operativa delle IC. Le simulazioni digitali e i Digital Twin, inoltre, possono permettere di testare le infrastrutture in ambienti virtuali, valutandone la capacità di rispondere a eventi catastrofici.

Tecnologie innovative e strumenti per l'analisi del rischio

L'ENEA, in particolare tramite il Laboratorio "Analisi e Modelli per le Infrastrutture Critiche ed i Servizi essenziali" (Dipartimento Tecnologie Energetiche e fonti RINnovabili), ha concepito e sviluppato una serie di tecnologie innovative e strumenti

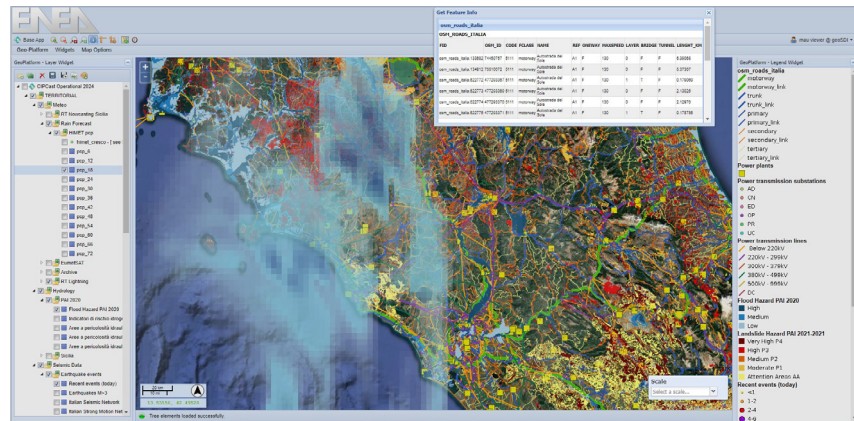


Figura 1: Interfaccia utente della piattaforma di supporto decisionale CIPCast, per il monitoraggio e l'analisi del rischio delle infrastrutture critiche. Fonte: ENEA.

per l'analisi del rischio, la protezione e l'incremento della resilienza delle IC, la simulazione di scenari di danno. Per raggiungere tali obiettivi, occorre tenere conto dell'interazione reciproca tra IC e territorio analizzando i pericoli indotti da eventi naturali calamitosi (terremoti, inondazioni, frane, eventi meteo-climatici estremi, etc.). Inoltre, è necessario definire modelli di propagazione dei guasti e considerare le mutue dipendenze tra sistemi. **A tal fine, ENEA ha sviluppato nuovi strumenti come la piattaforma di supporto decisionale CIPCast (Critical Infrastructure Protection risk analysis and foreCAST, Figura 1)** e l'applicativo RecSIM (Reconfiguration SIMulator), mentre è in corso di sviluppo la nuova piattaforma CI-RES. Tali strumenti si rivolgono sia agli operatori di IC e servizi essenziali, sia alla Pubblica Amministrazione responsabile per le azioni di previsione e di gestione delle emergenze. Un altro aspetto cruciale è la capacità delle IC di mantenere adeguati livelli di resilienza di fronte alle nuove sfide poste dalla transizione digitale. **La sicurezza informatica, ad esempio, diventa essenziale per proteggere le**

infrastrutture da attacchi cibernetici, che potrebbero compromettere il loro funzionamento e l'erogazione dei servizi.

In questo quadro si inserisce la Direttiva UE 2022/2555³ sulla cyber security (la cosiddetta NIS2, recepita nel nostro ordinamento dal D.lgs. N.138 del 4 Settembre 2024⁴), che introduce nuovi obblighi per i soggetti considerati fondamentali per l'economia e la società, rafforzandone la resilienza contro le minacce informatiche.

Guardando al futuro, la sfida sarà quella di accelerare ulteriormente la trasformazione delle IC in un'ottica sostenibile. La transizione energetica richiederà una gestione sempre più intelligente delle risorse, integrando tecnologie come il 5G per l'automazione e la connettività, e il cloud computing per la gestione e l'elaborazione dei dati. Le IC, adeguatamente potenziate e rese resilienti attraverso l'innovazione tecnologica e grazie all'attuazione della Direttiva UE 2022/2557, potranno facilitare il passaggio verso un modello di sviluppo sostenibile, in grado di rispondere alle sfide globali del nostro tempo.

per info: maurizio.pollino@enea.it

³ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A32022L2555>

⁴ <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2024/10/01/24G00155/SG>