

Digital Asset Management: il potere dei dati nella filiera dell'energia

Alessandro Pedretti Hitachi ABB Power Grids

Un breve excursus su come l'IIoT (Industrial Internet of Things) ha portato a un cambio di paradigma nella gestione della manutenzione degli asset di generazione, trasmissione e distribuzione dell'energia

Evoluzione del software di gestione della manutenzione: dimensioni più piccole, capacità più grandi

Lo sviluppo dell'ICT (*Information and Communication Technology*) è un indicatore eccezionale dello sviluppo tecnologico complessivo della nostra società. Essendo doppiamente legati allo sviluppo scientifico, i sistemi di gestione dei dati sono sia la causa che, di conseguenza, il risultato di questo progresso, parte integrante di un ciclo di miglioramento continuo. Prendiamo le prime fasi dei CMMS (*Computerized Maintenance Management Systems*): sono nati negli anni '60, di fatto contestualmente ai primi computer, come un modo logico per trarre vantaggio da questa "nuova" scienza e "trasferirla" nel mondo industriale.

Questo è stato solo l'inizio del di un percorso¹: il primo pionieristico CMMS ha soddisfatto una delle esigenze più elementari di Gestione della Manutenzione, la schedulazione degli ordini di lavoro, consentendo da subito un aumento della disponibilità e dell'affidabilità di asset e attrezzature.

Il miglioramento è proseguito e ha consentito una continua accelerazione del mondo indu-

striale, hanno quindi fatto la loro comparsa i primi computer mainframe, che hanno sostituito i sistemi a schede perforate, una rivoluzione che ha determinato un enorme cambiamento nella storia della gestione degli asset. Ciò ha permesso ai tecnici di manutenzione non solo di ottenere notifiche e istruzioni sulle attività quotidiane in programma, ma ha anche consentito di compilare i registri delle esecuzioni dei lavori da caricare in un repository di dati centrale. Questo è stato un momento cruciale: il flusso di dati è diventato bidirezionale e la cultura dell'organizzazione si è elevata al di sopra della conoscenza individuale e delle copie cartacee dei documenti fino a popolare un repository di dati strutturato.

Questo avvenimento è stato un vero e proprio spartiacque: possiamo vedere chiaramente la nascita dei sistemi di Asset Management come li intendiamo oggi. L'evoluzione da "scadenziario" a "base di conoscenza" ha incentivato gli investimenti nei sistemi, che sono diventati sempre più performanti, pur a fronte di notevoli margini di sviluppo residui.

La richiesta in termini di capacità di elaborazione dati è aumentata rapidamente, alimentata dalla nuova logica secondo cui qualsiasi evento poteva essere trasformato in dato e quindi in in-

¹ <https://www.americanmachinist.com/enterprise-data/article/21898450/the-evolution-of-affordability-and-accessibility-in-cmms-software>

formazioni utili archiviate in modo sicuro in un database. L'accessibilità di queste soluzioni ha portato al "ridimensionamento" dei dispositivi, e questo punto apparentemente sfidante ha definito la seconda chiave nell'evoluzione dei sistemi di asset management: più piccoli nelle dimensioni, più grandi nelle capacità.

Storia di un viaggio

L'architettura Client-Server, ma soprattutto le applicazioni basate su browser web, hanno consentito la centralizzazione delle capacità di calcolo critiche in grandi data center remoti. Questa soluzione ha beneficiato in maniera significativa di un'implementazione delle economie di scala, concentrando gli investimenti dove si trova il nucleo dell'hardware e lasciando agli utenti la flessibilità di accedere ai dati e ai servizi necessari da dispositivi remoti. Questa struttura può ora liberare il potenziale sconosciuto dei dati aziendali semplicemente essendo accessibile tramite un'applicazione o un sito web da un laptop o un dispositivo *mobile* (Figura 1).

Figura 1
Evoluzione dell'architettura enterprise software
(<https://www.arcweb.com/blog/evolution-eam-systems-it>)

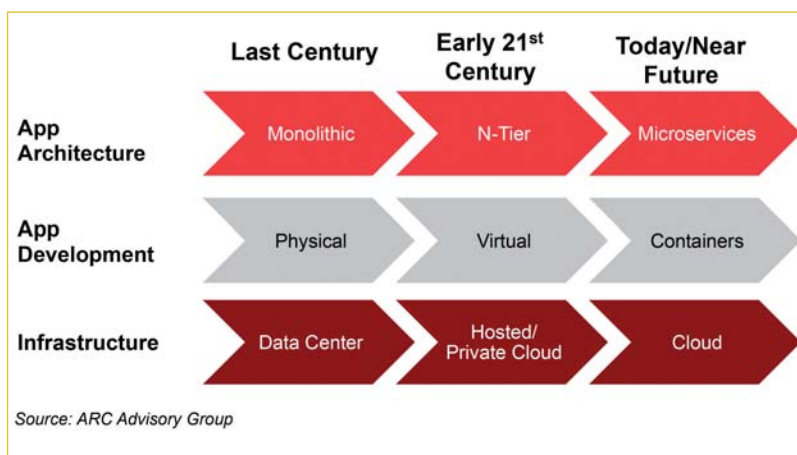
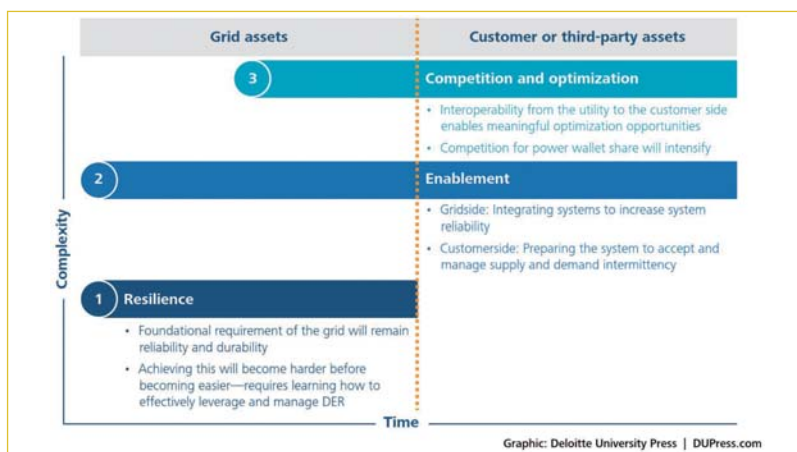


Figura 2
Le tre fasi della modernizzazione della rete (Deloitte University)



Il settore energetico costituisce uno degli esempi più calzanti di come l'ICT si sia evoluto in questa direzione. Un recente studio di Deloitte² spiega molto bene come l'Internet of Things rappresenti la soluzione ai continui cambiamenti del mercato dell'energia, che deve fare i conti con le vecchie infrastrutture esistenti e un mercato più flessibile e distribuito, compresa la crescente importanza dei DER (Distributed Energy Resources). Come evidenziato da uno studio di Deloitte, questo processo si riassume in tre fasi essenziali: *resilienza*, *abilitazione* e *ottimizzazione* (Figura 2).

La *resilienza* è un fattore chiave della transizione del mercato energetico, come si può vedere esaminando il cambiamento nel panorama della produzione di energia (ad es. figura 3). Ciò evidenzia la necessità per gli operatori di gestire correttamente la produzione di potenza elettrica, ma anche di garantire un elevato standard di qualità nell'erogazione del servizio alle utenze. Ciò richiede una rete composta da asset intelligenti, in grado di comunica-

² <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/internet-of-things/iot-in-electric-power-industry.html>

re la quantità di energia che produrranno e la loro condizione attuale e futura. *L'abilitazione* di questa soluzione può avvenire solo attraverso un processo di gestione dei dati robusto e strutturato, e più precisamente consiste nell'aggregazione e analisi dei dati. L'adozione di un ADMS (*Advanced Distribution Management System*), di un EAM (*Enterprise Asset Management*) e di un APM (*Asset Performance Management*) quali connettori chiave tra OT (*Operational Technology*) e IT (*Information Technology*), consente di aggregare tutti i dati provenienti da diverse sorgenti per fornire sia ai tecnici che ai manager gli strumenti per prendere le giuste decisioni. L'ultimo passaggio per stabilire un processo di miglioramento continuo è la *fase di ottimizzazione*, in cui i dati hanno ancora più importanza e costituiscono il principale driver per realizzare il vantaggio competitivo.

Avere un flusso di dati robusto e continuo tra la flotta di asset e la piattaforma software di gestione degli asset è la chiave per sapere cosa è

successo, sta accadendo e accadrà nella rete. Sistemi come SCADA e ADMS sono fondamentali per monitorare ciò che sta accadendo qui e ora, ma anche i dati raccolti devono essere analizzati e combinati con le informazioni dagli applicativi CMMS/EAM per supportare il processo decisionale. A questo scopo sono nati i sistemi APM (*Asset Performance Management*): comprendere il comportamento degli asset fisici, monitorare la loro erogazione del servizio rispetto alle soglie previste, interpretare il significato dei parametri misurati e quindi utilizzarlo per migliorare le strategie di asset management.

Questo approccio di miglioramento continuo richiama il principio DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) formulato da Deming, che nella sua "declinazione digitale" (**Figura 4**) si basa su tecnologie di apprendimento automatico (*Machine Learning*) e sistemi esperti, vista la crescente esigenza delle organizzazioni di disporre di indicazioni prescrittive e informazioni strutturate.

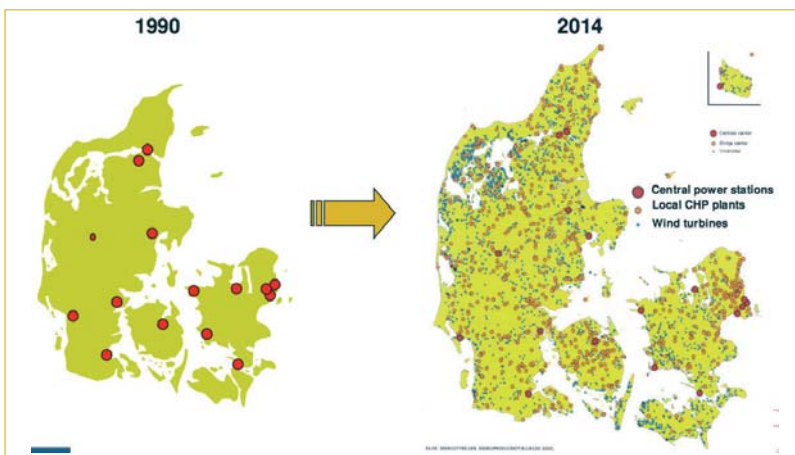


Figura 3
Decentramento della produzione di energia elettrica in Danimarca
(<https://www.vox.com/2016/3/12/11210818/denmark-energy-policies>)

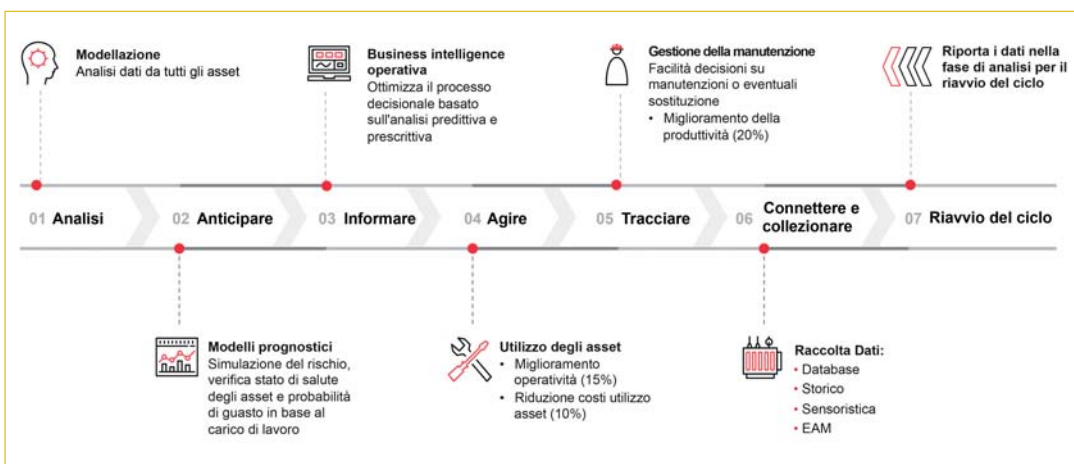


Figura 4
Logica di applicativo APM - Asset Performance Management (Hitachi ABB Power Grids)

Dalla mappa ai nostri asset, tutto nel palmo di una mano

I sistemi di asset management continuano a evolversi, ma, poiché i grandi applicativi costruiti negli ultimi 20 anni sono difficili da implementare e aggiornare e le aziende necessitano di poter introdurre rapidamente nuove tecnologie, la strategia di sviluppo software si muove da un'architettura "monolitica" a una orientata ai microservizi (Figura 5).

Un'applicazione "monolitica" descrive un'applicazione software progettata senza modularità, in cui tutti i componenti devono essere aggiornati contemporaneamente e la versione viene mantenuta a livello dell'intera applicazione. Sebbene ci siano alcuni vantaggi in questo approccio, l'introduzione di nuove tecnologie innovative spesso richiede troppo tempo e il test e la verifica della qualità diventano molto difficili. Questo approccio è un chiaro ostacolo

quando la necessità è il costante e rapido sviluppo di nuove capacità.

L'adozione di un'architettura orientata ai microservizi richiede fundamentalmente la progettazione di un'applicazione come un insieme di servizi indipendenti, più piccoli e scalabili. Questo schema consente una codifica più indipendente di questi servizi e favorisce lo sviluppo da parte di team più piccoli e interfunzionali. Ciò consente applicazioni intelligenti e facili da usare che sono sempre disponibili per gestire enormi quantitativi di dati. Vale a dire, esattamente ciò che è necessario per consentire la transizione verso il futuro dei sistemi di generazione e distribuzione dell'energia.

La diminuzione dei costi dei sensori e delle tecnologie di comunicazione, inoltre, permette di raccogliere quantità di dati potenzialmente illimitate: le fonti di monitoraggio dirette e indirette sono disponibili tramite diversi canali di acquisizione. La sfida ora è come ottenere informazioni dai dati, non solo definendo KPI (Key Performance Indicators) rispetto alle soglie di accettazione, ma utilizzando sistemi per generare intuizioni prescrittive reali.

Durante l'ultimo decennio, tutti i settori industriali hanno perseguito una continua focalizzazione sul proprio *core business*, approfondendo grandi sforzi per aumentare la propria efficienza e affidando i processi e i servizi di supporto a partner tecnologici esterni. I prodotti e i servizi a supporto della gestione degli asset di rete con-

Figura 5
Evoluzione da monoliti a microservizi (Hitachi ABB Power Grids)

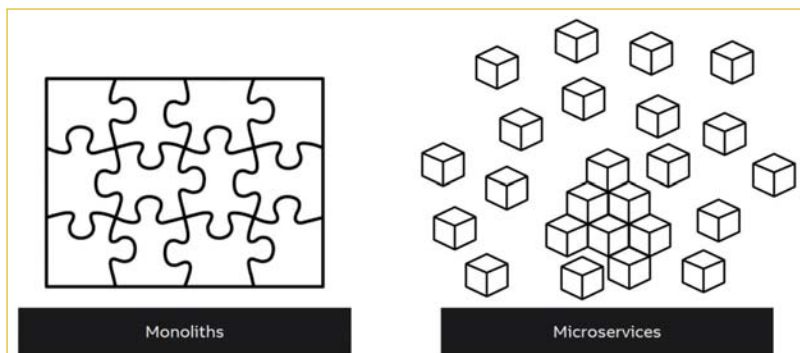


Figura 6
Flusso di lavoro di raccolta dati del sistema di Asset Performance Management (Hitachi ABB Power Grids)

fermano questa tendenza: le organizzazioni chiedono soluzioni in grado di produrre raccomandazioni operative e immediatamente fruibili. Queste includono chiare valutazioni quantitative del livello di rischio a cui sono esposte le loro attività, insieme con possibili contromisure e previsioni per evitare e/o mitigare i rischi legati ai guasti, date certe condizioni.

Questo desiderio, proprio di ogni asset manager, di avere non solo uno strumento analitico, ma un vero e proprio sistema esperto su cui poter fare affidamento per prendere decisioni più efficaci, deriva direttamente dagli standard ISO 55000, che definiscono il principio chiave, secondo il quale la strategia di asset management debba stabilire cosa fare, non come farlo.

In questo articolo si vogliono descrivere le funzionalità delle applicazioni di APM, necessarie per analizzare, comprendere e prevedere il funzionamento degli apparati. Queste applicazioni devono essere completamente scalabili e flessibili per adattarsi a diverse architetture (cloud o on-premise), ai differenti tipi di oggetto e, non ultimo, alle dimensioni della flotta di asset. Le informazioni possono essere facilmente estratte da diverse sorgenti, eliminando i silos di dati e senza ricreare database ridondanti. I dati fluiscono negli algoritmi di calcolo incorporati nella soluzione software (Figura 6) e vengono utilizzati per prevedere le condizioni di salute dell'asset nel prossimo futuro, differenziandosi da un sistema di *condition monitoring* (che dovrebbe idealmente alimentare il sistema APM) e

valutando il rischio di guasto dell'asset. Questo sistema consente un'analisi dettagliata ed esaustiva di tutte le componenti dell'*health index* che quantifica le condizioni di salute dell'asset. Questa è la *fase predittiva*, quando il sistema rivela la presenza di un rischio di guasto, alto o basso, indicando conseguentemente che "qualcosa potrebbe rompersi". La seconda fase è la *fase prescrittiva*, in cui un sistema di notifiche generato da un sistema esperto dà un'interpretazione dello stato di salute del bene e poi prescrive un elenco di azioni manutentive, che possono essere trasformate in richieste di lavoro e poi elaborate in un sistema EAM per poi trasformarle in ordini di lavoro.

La terza fase è quella dell'analisi *prognostica*. Grazie a un algoritmo basato su tecniche di *Machine Learning* (come ad esempio le Reti di Bayes o le Catene di Markov), il sistema APM è in grado di valutare la probabilità di passare da uno stato "funzionante" a uno "guasto" dell'asset, in relazione alla probabilità di verificarsi di ciascun modo di guasto per sotto-asset o componenti del sistema. Questa funzionalità prognostica consente agli asset manager di sapere quando, perché e come il sistema smetterà di funzionare, in determinate condizioni. Inoltre, sulla base del modello matematico degli asset creato con il Machine Learning, questo tipo di soluzioni spesso supporta l'esecuzione di analisi "what-if" completamente personalizzabili in grado di simulare il comportamento degli asset nel futuro con diverse condizioni di carico o simulando l'implementazione di differenti regimi di manutenzione (Figura 7).

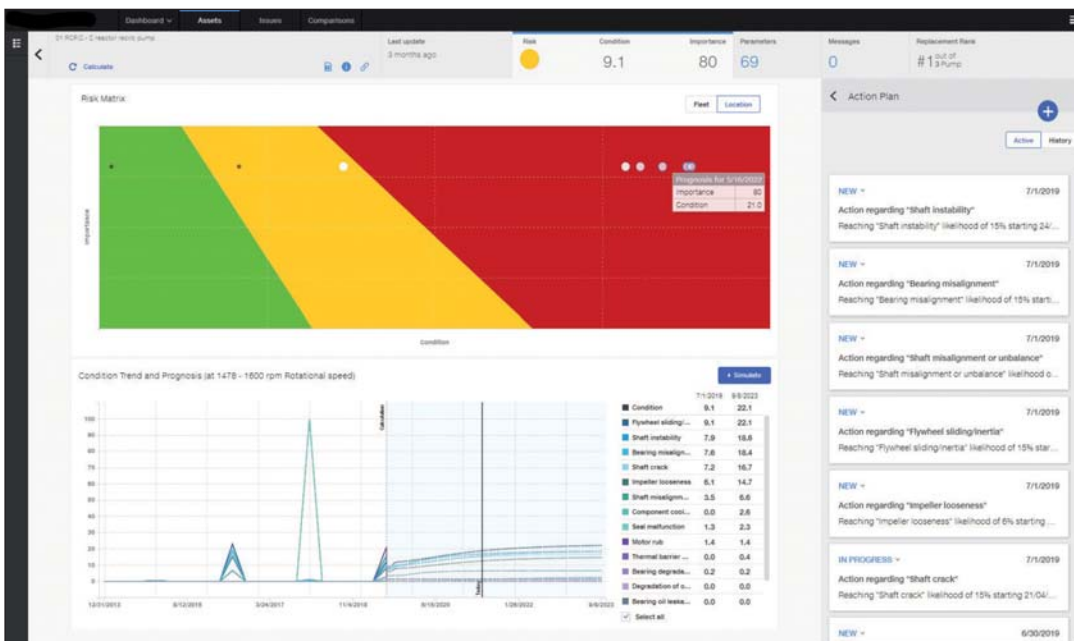


Figura 7
Cruscotto di prognostica
(Hitachi ABB Power Grids)

Avvalersi di previsioni oggettive del comportamento degli asset costituisce una straordinaria leva di vantaggio competitivo, soprattutto in un contesto come quello generato dalla pandemia: sapere come si comporterà un asset in futuro, simulando una diminuzione del carico di rete, un arresto per manutenzione posticipato o l'evoluzione del profilo di affidabilità a fronte di un aumento o diminuzione della ridondanza dell'apparecchiatura potrebbe essere determinante. Non si tratta solo di analizzare o di prevenire guasti: vuol dire essere pronti per il futuro, da subito.

Case study

Come accennato in precedenza, la filiera dell'energia costituisce un eccezionale caso di studio: prendiamo ad esempio un trasformatore di potenza o un generatore di una centrale idroelettrica. Molti di questi oggetti hanno quaranta, cinquanta o anche sessant'anni; alcune turbine Pelton hanno alle spalle quasi un secolo di storia operativa. Tuttavia, queste risorse obsolete sono attive e non possono essere ignorate nell'era delle Smart Grid, in cui di dati sono la chiave del successo.

Figura 8
Stato di salute della flotta di asset globali (Hitachi ABB Power Grids)

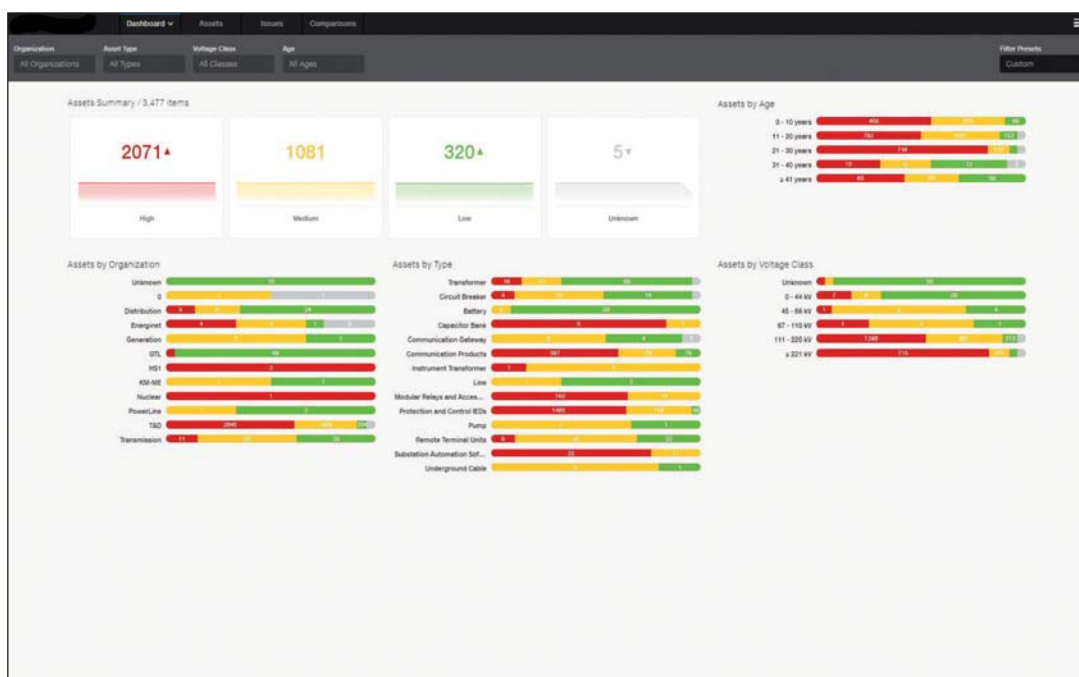
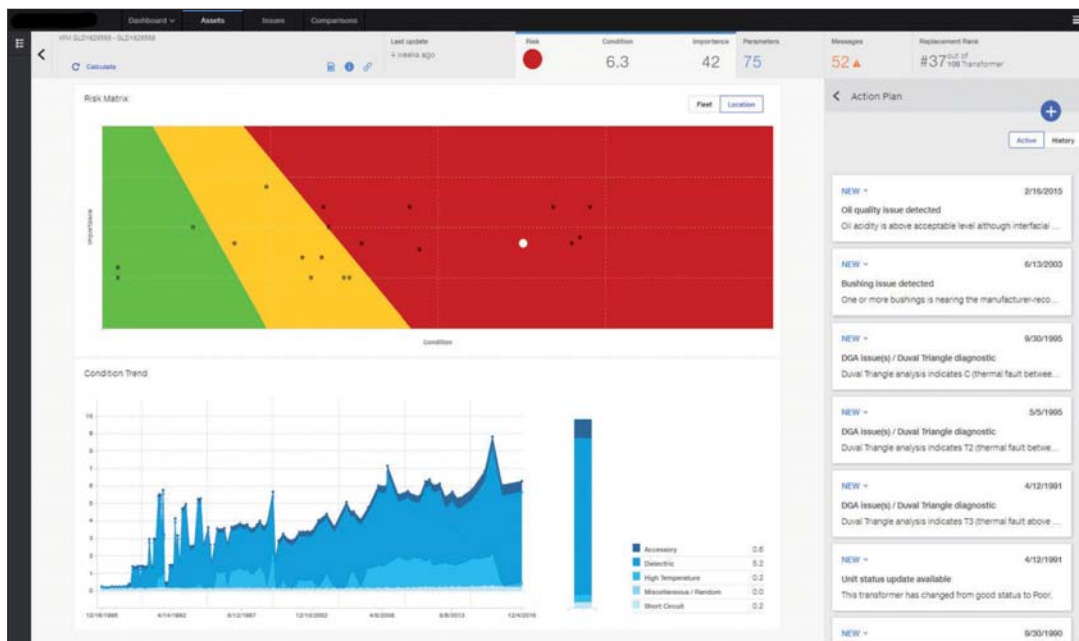


Figura 9
Dettagli sullo stato di salute degli asset (Hitachi ABB Power Grids)



Il primo esempio presentato è una società di distribuzione di energia elettrica. Il cliente ha sottoposto al nostro team più di settanta milioni di datapoint provenienti da venticinque anni di funzionamento della sua flotta di trasformatori di oltre 2500 unità. I dati rappresentavano i risultati dei test standard dell'olio e dell'analisi dei gas disciolti (*Dissolved Gas Analysis, DGA*), archiviati in un database off-line.

Il nostro team di consulenti, tecnici e funzionali, ha portato avanti un'operazione di *data cleansing* e di mappatura dei campi per compren-

dere i dati e caricare le anagrafiche e i dati di ispezione sull'applicativo APM.

Il primo vantaggio immediato per il cliente è stato ottenere una visibilità complessiva dello stato di salute dell'intera flotta di asset, nel passaggio da report statici, autonomi e creati manualmente a un potente strumento di gestione dei dati che ha fornito prove su dove si trovavano esattamente i problemi di affidabilità e la capacità di suddividere immediatamente i dati per classe di asset, posizione, età e molti altri attributi (Figura 8).

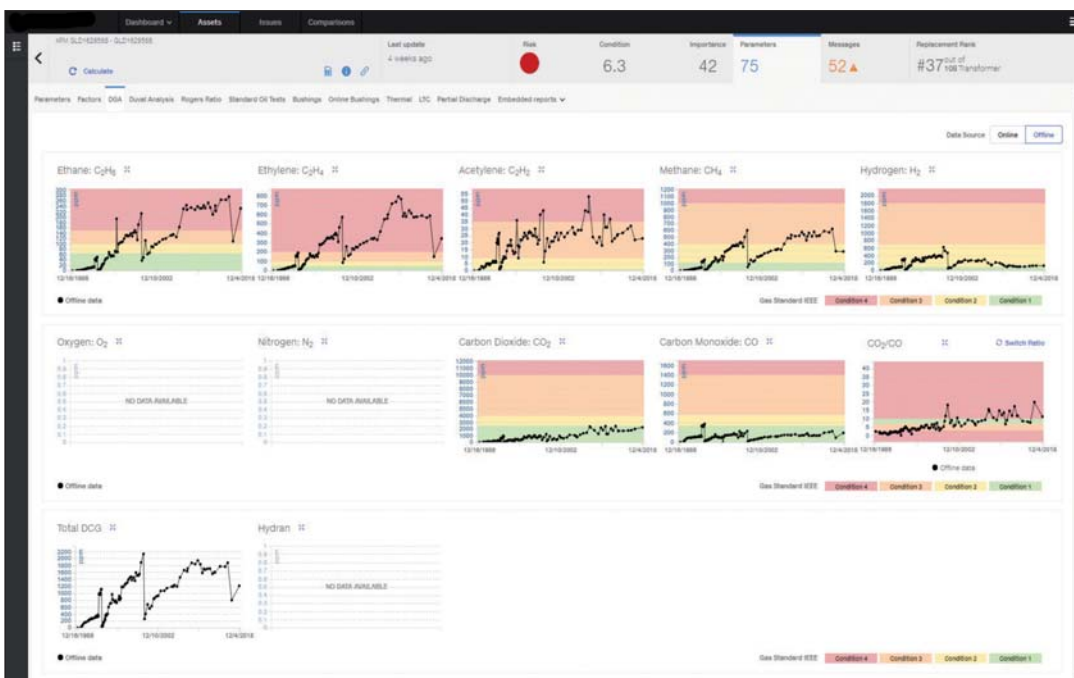


Figura 10
Analisi dei gas disciolti
(Hitachi ABB Power Grids)

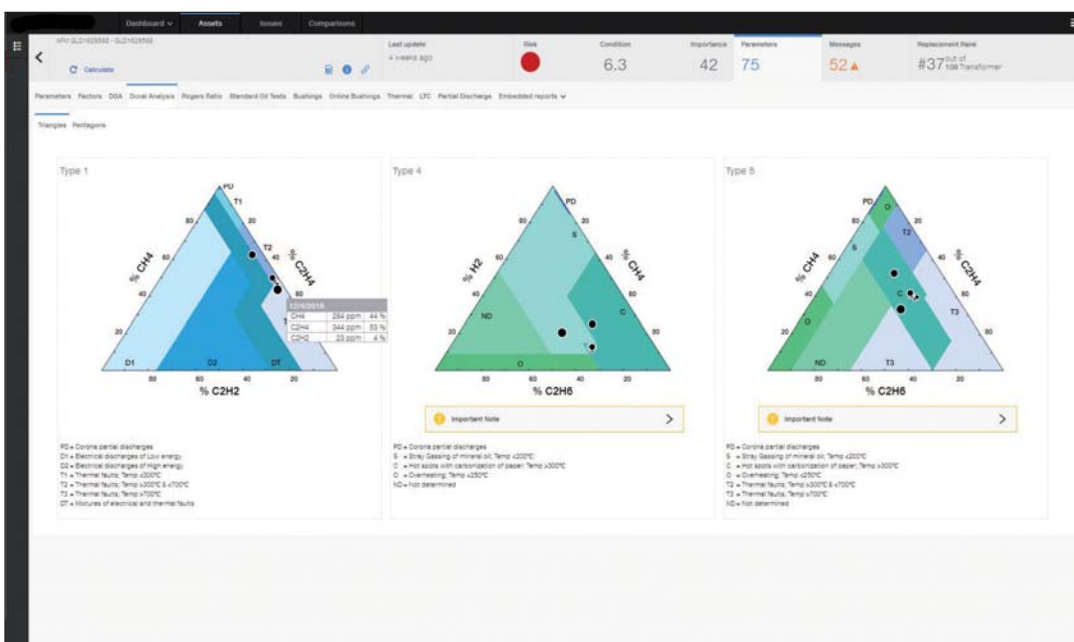


Figura 11
Duval Triangles Analytics
(Hitachi ABB Power Grids)

Dall'analisi completa della flotta, sono bastati pochi passaggi per eseguire il drill-down degli asset più critici e analizzare il loro comportamento. Un esempio è il trasformatore la cui situazione dettagliata è mostrata in **figura 9**: il *condition score* stima la probabilità di fallimento entro i prossimi dodici mesi, che in combinazione con l'importanza strategica dell'asset definisce la posizione su una matrice di rischio. Il grafico dell'andamento del rischio mostra l'evoluzione dal giorno dell'installazione del trasformatore, suddividendo il contributo di ciascun modo di guasto: questa è un'altra eccezionale prova del valore aggiunto per il cliente, che ha faticato a comprendere l'evoluzione storica negli ultimi 25 anni riguardante un asset in cui i test dell'olio vengono eseguiti ogni sei mesi o anche meno frequentemente. In questo caso specifico vediamo come picchi ricorrenti nel punteggio della condizione dovrebbero spingerci a riconsiderare l'efficacia delle strategie di mantenimento in atto. Inoltre, sul lato destro un *action plan* è popolato da un sistema esperto con raccomandazioni prescrittive che possono supportare immediatamente l'Asset Manager nel prendere decisioni migliori.

La disponibilità di analisi strutturate, ad esempio i Triangoli di Duval (**Figura 11**), l'analisi dei gas disciolti (**Figura 10**), completano il quadro dello stato di salute flotta di trasformatori, contribuendo a comprendere e risolvere alla radice una serie di problemi ricorrenti.

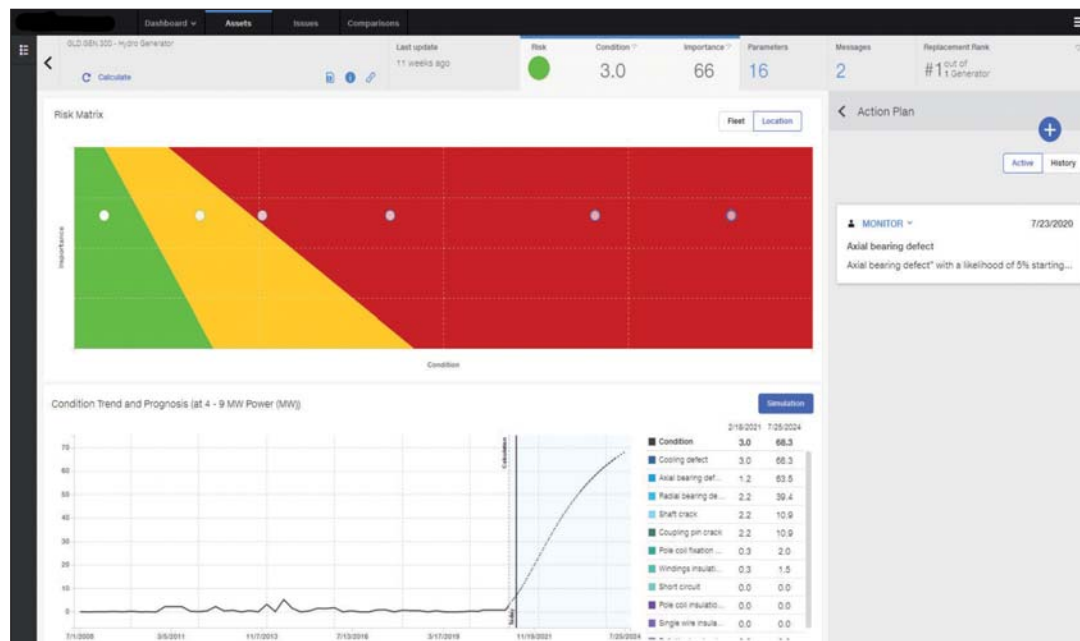
Il secondo esempio viene da un impianto di

produzione di energia idroelettrica, che deve massimizzare la vita utile di un generatore di circa quarant'anni. Anche in questo caso, la quantità di dati disponibile era enorme e il cliente necessitava di uno strumento per trasformarla in informazioni utili per ottimizzare le proprie politiche di gestione degli asset.

Anche in questo caso, una soluzione APM ha potuto soddisfare le esigenze aziendali: grazie a un algoritmo stocastico sviluppato internamente, basato su una combinazione di Catene di Markov e reti di Bayes, i nostri consulenti, insieme con gli ingegneri del cliente, sono riusciti a costruire il modello prognostico per prevedere il rischio di guasto del generatore (**Figura 12**) nei prossimi tre anni. Questo approccio innovativo si basa su una matrice di configurazione che quantifica la probabilità che si verifichi ciascuna modalità di guasto, richiamando la metodologia FMECA (*Failure Modes, Effects and Criticality Analysis*), ma sfruttando una logica basata su algoritmi quantitativi anziché un'attribuzione del punteggio di brainstorming qualitativo (**Figura 13**).

Questo modello consente agli asset manager di determinare la futura probabilità di guasto degli asset, non solo nelle attuali condizioni operative, ma anche simulando diversi scenari. La capacità di eseguire analisi what-if consente all'asset manager di comprendere l'impatto delle proprie decisioni prima che esse vengano implementate: un vantaggio strategico mai visto prima (**Figura 14**).

Figura 12
Rischio di guasto del generatore (Hitachi ABB Power Grids)



Abbinati alla tecnologia cloud, i sistemi APM forniscono oltretutto raccomandazioni immediatamente fruibili, disponibili sempre e ovunque, in modo intuitivo e immediato, ad esempio da qualsiasi dispositivo mobile. Ogni Asset Manager, può ricevere una notifica sul proprio device, dal quale è possibile accedere ai dettagli inerenti alle condizioni di salute della rete di distribuzione o degli impianti di generazione (Figura 15). Nell'esempio riportato lo schema cromatico verde/giallo/rosso fornisce un avviso predittivo sul rischio di guasto di un dato asset e consente la visualizzazione della sezione della linea di rete interessata.

Questo elemento potrà essere condiviso con uno specialista del team di ingegneria, che potrebbe già avere una notifica sul proprio smartphone sull'andamento preoccupante dello stato di salute di un trasformatore di distribuzione. Anche in que-

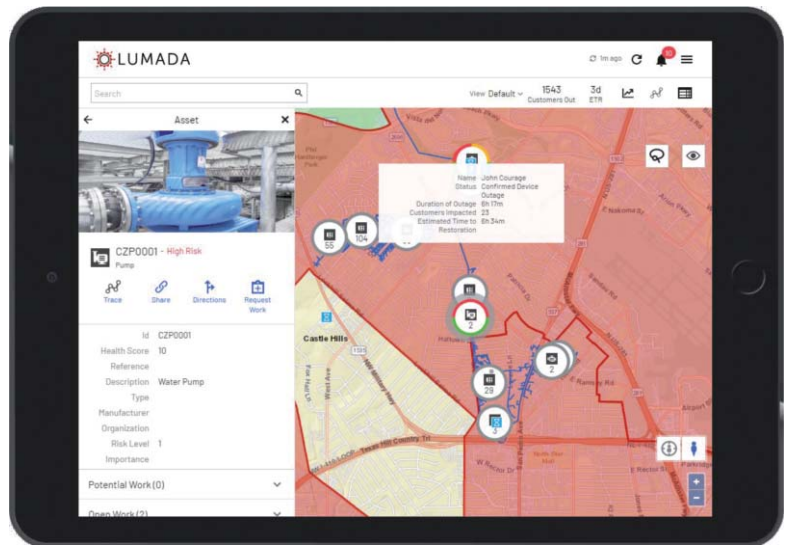


Figura 15 Visualizzazione mappa di asset, avvisi e connessioni di rete (Hitachi ABB Power Grids)



Figura 13 Punteggio dettagliato delle condizioni, evoluzione prevista (Hitachi ABB Power Grids)

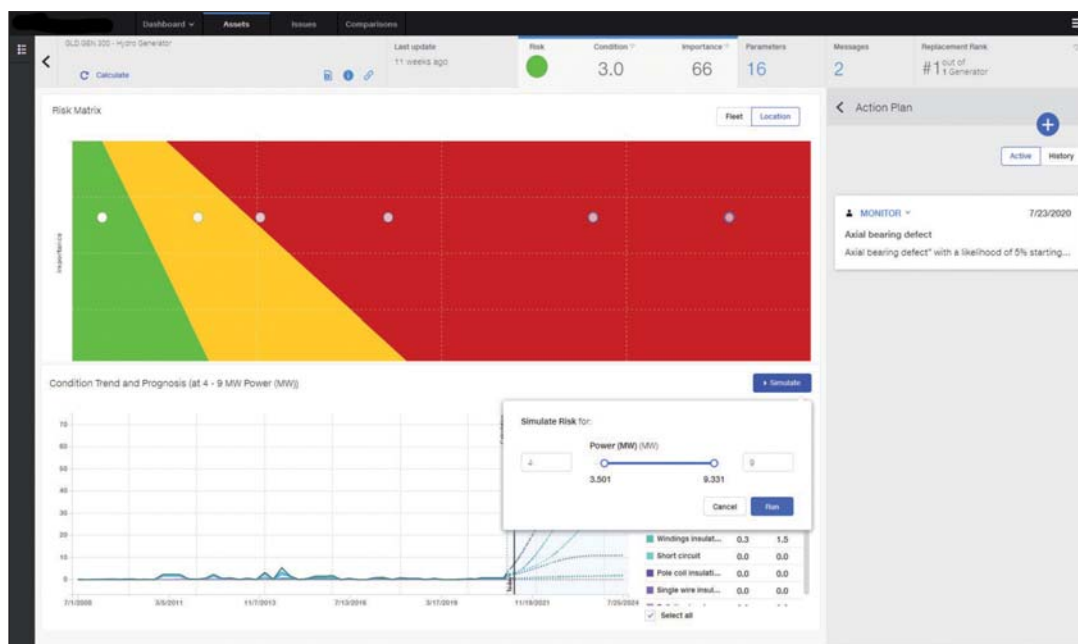


Figura 14 Analisi What-If - carico ridotto (Hitachi ABB Power Grids)

sto caso, non c'è bisogno di recarsi in Centrale Operativa: il *drill down* dell'Analisi dei Gas Disciolti può essere facilmente eseguito su una app per smartphone (Figura 16). Inoltre, dalle informazioni è possibile valutare le azioni suggerite da APM e sollevare un ordine di lavoro urgente a un tecnico sul campo, in modo da evitare una potenziale interruzione del servizio non pianificata (Figura 17).

Con questo articolo abbiamo voluto illustrare e dimostrare come la tecnologia possa davvero comprimere decenni di storia delle nostre infrastrutture tecnologiche in un'applicazione cloud, rendendola sempre disponibile da qualsiasi dispositivo mobile standard e pronta a fornire informazioni e supportare il processo decisionale. Questo porta a un cambiamento rivoluzionario

nell'approccio all'*asset management*, che va oltre il semplice monitoraggio in tempo reale dei parametri di funzionamento: si tratta di governare i processi di business. Questa è una sfida e, come tutte le sfide, richiede la giusta soluzione per affrontarla. Un efficace sistema di asset management può fungere da unico punto focale per la gestione delle informazioni: può fungere da archivio di tutte le conoscenze organizzative, dai dati storici sugli asset ai processi aziendali, offrendo ai decisori una visione chiara del loro core business.

Questa è la differenza tra avere milioni di datapoint sparsi in archivi cartacei e cartelle condivise ed avere una intera rete di distribuzione nel palmo di una mano, con informazioni utili sempre pronte, tutto a portata di mano.

Figura 16
Interfaccia mobile di APM
(Hitachi ABB Power Grids)

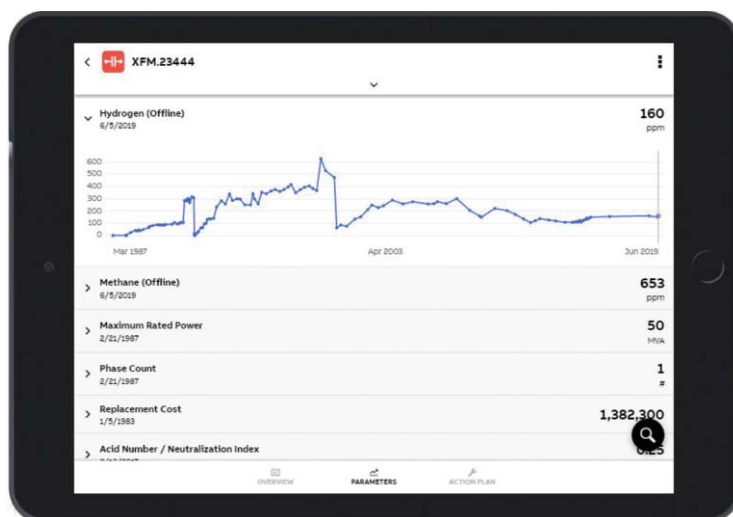


Figura 17
Visualizzazione mappa degli ordini di lavoro
(Hitachi ABB Power Grids)

