



RICERCA ENERGETICA SISTEMA ELETTRICO

ROMA 25 LUGLIO 2017

Cambiamenti climatici e guasto delle linee di distribuzione in MT interrate

Nel periodo estivo, tra siccità, alte temperature e crescita della domanda, il fenomeno aumenta. L'indagine Rse sulle possibili cause

di Johnny Borghetto, Giovanni Pirovano*, Paola Faggian**



Negli ultimi anni si assiste ad incremento del tasso di guasto delle linee elettriche interrate in cavo correlabile a una situazione climatica caratterizzata da periodi di estrema siccità e temperature ben al di sopra dei livelli stagionali. Tali condizioni sono associate anche ad un aumento della domanda di energia elettrica nel periodo estivo per il maggiore condizionamento ambientale, residenziale e terziario: è ormai a tutti evidente che sono in atto importanti cambiamenti climatici, con variazioni record osservate proprio negli ultimi anni. Inoltre, secondo molte analisi scientifiche (tra le più autorevoli le pubblicazioni IPCC-AR5), i cambiamenti climatici di entità anche maggiore sono attesi nelle prossime decadi. Gli scenari futuri finora elaborati da Rse, sulla base delle stime modellistiche delle variabili meteorologiche, sono riconducibili alle variazioni climatiche medie ed alle variazioni degli eventi meteorologici estremi.

In Figura 1 si riportano le variazioni stagionali della temperatura media giornaliera [°C] attese nello scenario futuro 2021-2050 rispetto allo scenario di riferimento 1961-1990 che indicano un

riscaldamento di 1-1,5 °C in tutte le stagioni sull'intera Penisola, in particolare un aumento di circa 1,5 °C in inverno sulla regione alpina e di 2-2,5°C in estate su tutto il Paese.

Nell'analogo scenario, in Figura 2, si riportano le variazioni stagionali delle precipitazioni totali giornaliere che evidenziano una generale diminuzione delle precipitazioni medie giornaliere (fa eccezione l'Italia settentrionale nella stagione invernale), soprattutto nella stagione estiva con una riduzione superiore del 20% sulla regioni meridionali. Pertanto il Bacino del Mediterraneo dovrà far fronte a condizioni climatiche particolarmente avverse, le quali, combinandosi con gli effetti dovuti alle pressioni antropiche sulle risorse naturali, fanno di questa regione una delle aree più vulnerabili d'Europa.

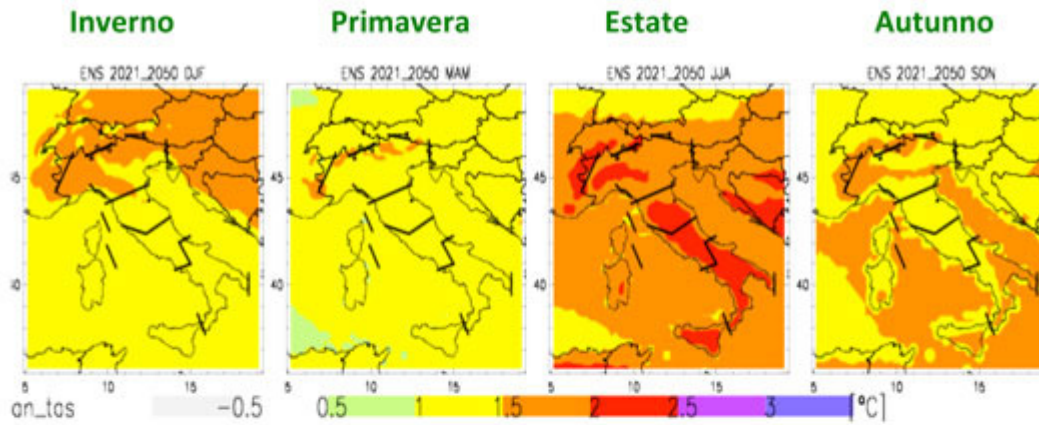


Figura 1 - Variazioni stagionali della temperatura media giornaliera [°C] nello scenario futuro 2021-2050 rispetto allo scenario di riferimento 1961-1990

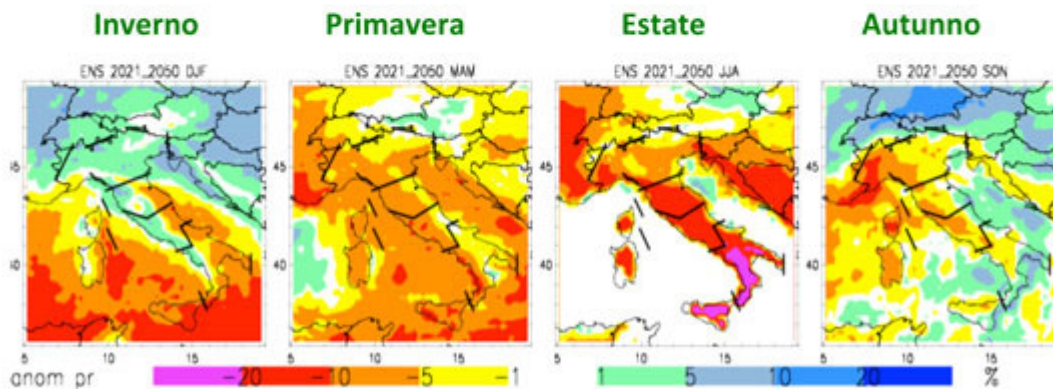


Figura 2 - Variazioni stagionali delle precipitazioni totali giornaliere nello scenario futuro 2021-2050 rispetto allo scenario di riferimento 1961-1990

Nonostante la riduzione della piovosità, sono sempre più frequenti in tutto il Paese fenomeni di piovosità breve ed intensa (bombe d'acqua). Questo tipo di precipitazione è tale da non consentire all'acqua di essere assorbita dal terreno, che permane nelle proprie condizioni di siccità, con conseguente riduzione della sua conducibilità termica. In questo modo, i cavi posati nel terreno, a parità di carico elettrico, si riscaldano in modo anomalo con inevitabile invecchiamento accelerato sia dei cavi sia dei giunti fino ad arrivare in alcuni casi al cedimento del sistema isolante.

Questo fenomeno di essiccamento del terreno è noto come "soil drying-out".

In Italia, la somma di tutte le tratte della rete di distribuzione in cavo raggiunge una lunghezza che è di quasi 200.000 km (circa 5 volte il giro del mondo). Di questa estensione, la maggior parte (55% ÷ 60%), è ancora oggi costituita da cavi con isolamento in carta e olio, mentre la rimanente è realizzata con tecniche di più recente sviluppo (quali l'estrusione in EPR, Etilene Propilene Rubber, o XLPE, Crossed Link Poli-Etilene). I cavi con isolamento in carta costituiscono la parte più "vecchia" delle nostre linee, con età media di circa 35 anni, ma non sono rari i casi dove le linee superano i 70 anni di servizio (si tratta di linee che risalgono al periodo tra le due guerre mondiali). Il tasso di guasto delle linee con isolamento in carta - olio presenta valori mediamente più elevati delle linee realizzate con isolamento di tipo estruso. Se si escludono le cause di interruzioni dovute all'intervento di terze parti (tipicamente lavori di scavo per la realizzazione di strutture o tubazioni di altro genere, che peraltro possono arrivare anche a più del 40% dei casi), il tasso di guasto, nel caso dei cavi in carta e olio, è mediamente dell'ordine di 7÷10 guasti per 100 km di linea per anno.

Si tratta in molti casi, come appare chiaro, di installazioni che hanno superato il limite di "vita utile" stabilito in fase di progetto, pari a circa 40 anni. Nonostante questo, a causa delle difficoltà di intervento per manutenzione sui collegamenti delle reti di tipo urbano, le tratte in cavo non sono quasi mai sostituite integralmente, preferendo a ciò interventi di riparazione localizzati, con inevitabile inserimento di "nuovi" giunti, che, fatalmente, contribuiscono ad aumentare, insieme alle terminazioni, i punti "delicati" della linea. Infatti, per quanto riguarda i cavi di media tensione (MT) delle reti di distribuzione, i problemi di montaggio dei componenti (giunti e terminazioni) sono la causa principale di guasti, potendo determinare sia aumenti localizzati del campo elettrico sia penetrazioni d'umidità nell'interno del sistema isolante. In termini statistici, i due terzi dei guasti di origine interna (non dovuti all'azione di terzi) che si determinano sulle linee elettriche in cavo MT sono da attribuirsi ai componenti, ed in particolare ai giunti (anche di recente realizzazione).

Nelle aree urbane, la stragrande maggioranza delle linee elettriche di distribuzione MT è costituita da cavi

sotterranei che passano, nella maggior parte dei casi, proprio sotto i nostri piedi, mentre nelle aree rurali le linee sono costituite prevalentemente da conduttori nudi o in cavo cordato su palificazioni aeree.

In Figura 3 si riportano i risultati della sperimentazione condotta da Rse su differenti tipologie di posa di cavi alla profondità di circa un metro. La tipologia del terreno circostante influisce sulla modalità di drenaggio e sulla sua umidità: un caso specifico è riportato nella suddetta figura.

La conseguenza finale è l'invecchiamento accelerato degli isolamenti del cavo, accentuato per i cavi con isolamento carta-olio, dove si verifica un degrado dei polimeri che costituiscono la cellulosa, con un infragilimento della carta stessa.

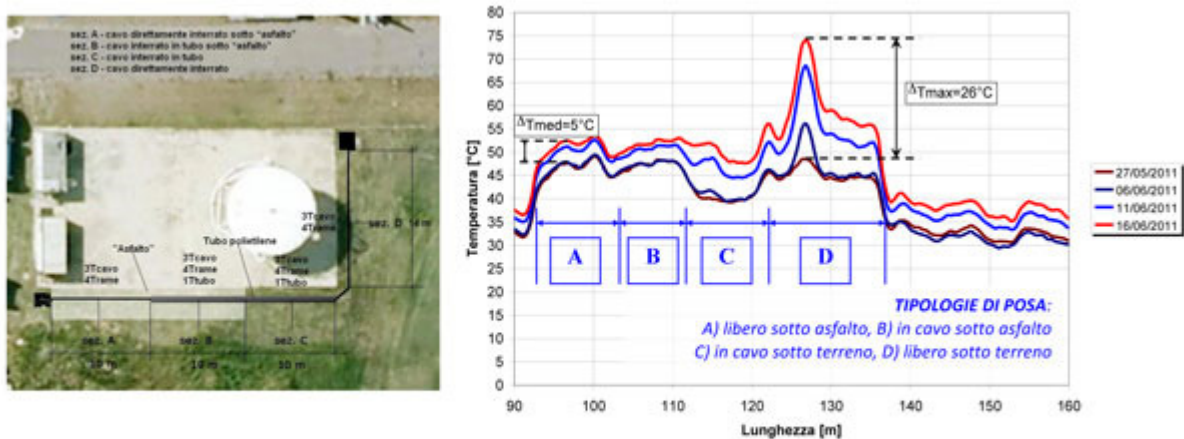


Figura 3 - Profili di temperatura osservati lungo un cavo in cui si evidenzia l'aumento di temperatura dovuto al fenomeno di "soil drying out" per differenti tipologie di posa

A questo riguardo Rse, nell'ambito dei programmi finanziati dal Fondo di Ricerca per il Sistema Elettrico, in collaborazione con i principali gestori degli asset di distribuzione elettrica sta sperimentando tecniche diagnostiche avanzate in campo ed in laboratorio al fine di riprodurre le condizioni che si vengono a creare nel periodo estivo. Nei laboratori Rse è stata, in primo luogo messa a punto una metodologia diagnostica per l'identificazione di condizioni di esercizio e meccanismi di guasto che si manifestano nelle linee in cavo della rete di distribuzione nel periodo estivo. Successivamente è stato realizzato un circuito di prova costituito da una serie di spezzoni di cavo (nuovi e da esercizio) di differente tipologia (XLPE e in carta impregnata), tutti caratterizzati dalla presenza di giunti, di tipo auto restringente sia omogenei che di transizione, che permettono il collegamento tra due cavi di diverse tecnologie. Nell'ambito della sperimentazione, particolare attenzione è stata riservata da Rse al monitoraggio delle temperature dei cavi e dei giunti, ampliando, in alcuni casi, le metodologie già comunemente utilizzate in ambito diagnostico per le grandezze elettriche, per esempio introducendo analisi in frequenza per alcuni parametri critici del sistema giunto-cavo quali la capacità verso terra ed il fattore di perdita dell'isolamento.

Le metodologie adottate permettono di analizzare il sistema isolante sia da un punto di vista integrale attraverso la misura del fattore di perdita e della capacità elettrica, sia da un punto di vista localizzato analizzandone il comportamento alle scariche parziali con tecniche diagnostiche di tipo innovativo che permettono una classificazione e una separazione dei fenomeni per classi di appartenenza dei diversi impulsi. In particolare Rse ha realizzato, in collaborazione con utility che operano nel territorio lombardo, un circuito costituito da una spira immagine ed una spira test entrambe avvolte da un materiale isolante, idoneo a riprodurre le condizioni di terreno secco (vedi Figura 4).

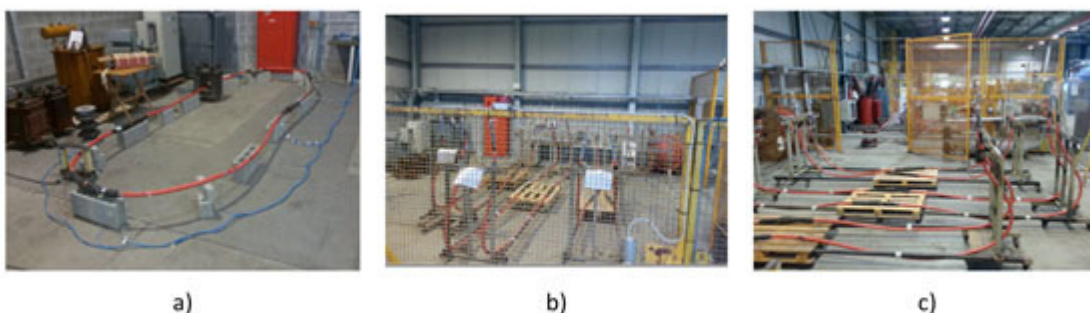


Figura 4 - Spira immagine a) e spira test b) e c) in assenza del rivestimento con il materiale a bassa conducibilità termica

Entrambe le spire sono sottoposte a cicli di corrente per simulare una tipica condizione di carico estivo mentre solo alla spira di test è applicata in modo permanente la tensione di linea (l'assenza di tensione nella spira

immagine consente la misura della temperatura anche negli elementi interni dei cavi e dei giunti). In questo modo, tutti i componenti sono sottoposti a sollecitazioni termiche ed elettriche del tutto simili a quelle che si hanno in servizio. Sono state inoltre messe a punto delle modalità di monitoraggio delle scariche parziali in linea e fuori linea che stanno consentendo di ottenere importanti informazioni sui possibili meccanismi di degrado e sui possibili interventi di mitigazione una volta correlati ai parametri fisici di temperatura ed umidità.

Si ritiene che i primi risultati della sperimentazione in corso siano interessanti e tali da poter fornire un primo contributo ad un tema importante come quello dell'affidabilità e gestione ottimizzata delle infrastrutture e dei componenti nella distribuzione dell'energia elettrica.

***RSE - Dipartimento Tecnologie di Trasmissione e Distribuzione*, Dipartimento Sviluppo Sostenibile e Fonti Energetiche**

Rubrica a cura di Claudia Imposimato

TUTTI I DIRITTI RISERVATI. E' VIETATA LA DIFFUSIONE E RIPRODUZIONE TOTALE O PARZIALE IN QUALUNQUE FORMATO.

www.quotidianoenergia.it