

## **ARTICOLO DI PUNTOSICURO**

**Anno 23 - numero 5053 di Lunedì 22 novembre 2021**

# **SAFAP 2021: la manutenzione intelligente per migliorare la sicurezza**

*Un intervento al convegno SAFAP 2021 si sofferma sulla manutenzione intelligente di impianti industriali e opere civili mediante tecnologie di monitoraggio 4.0 e modelli probabilistici. Gli obiettivi e gli scenari di validazione.*

I convegni **SAFAP** (*Sicurezza ed affidabilità delle attrezzature a pressione*), come ricordato in diversi nostri articoli, dal 2004 si configurano come un importante appuntamento nazionale di confronto tecnico-scientifico e sono rivolti a tutti coloro che, a vario titolo, operano nel settore delle attrezzature a pressione, dei generatori di vapore e degli impianti a rischio d'incidente rilevante: ricercatori, progettisti, fabbricanti, organismi notificati, impiantisti, esercenti, esperti della sicurezza, addetti ai controlli/verifiche/ispezioni/vigilanza.

Dal 16 al 18 novembre 2021 si è tenuta, in modalità digitale, la nuova edizione (la nona) del convegno SAFAP "**Sicurezza e affidabilità delle attrezzature**" che, come per gli altri convegni e malgrado la modalità a distanza, ha previsto una sessione plenaria e diverse sessioni tematiche (progettazione e costruzione, tecnologie di sicurezza, meccanismi di danno, analisi dei rischi, impianti a pressione, prove non distruttive, gestione del rischio, ...).

Per diffondere i risultati del convegno il Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici (DIT) dell'Inail ha raccolto in un volume ? dal titolo "SAFAP 2021 - Sicurezza e affidabilità delle attrezzature a pressione" - le relazioni presentate che analizzano vari aspetti della vita delle attrezzature a pressione, dalla progettazione alla fabbricazione, dall'ispezione alla manutenzione.

SAFAP 2021  
SICUREZZA E AFFIDABILITÀ  
DELLE ATTREZZATURE A PRESSIONE

INAIL

16, 17 e 18 novembre

2021



In queste relazioni sono presentate sia le ricerche realizzate o da realizzare, che gli esempi dell'applicazione di buone prassi e procedure che possono essere utili alle aziende per migliorare le strategie di prevenzione e favorire la sicurezza degli operatori.

Ci soffermiamo oggi proprio su un progetto ancora in corso, presentato nella sessione plenaria, relativa alla "**manutenzione intelligente**" di impianti industriali e opere civili.

L'articolo si sofferma sui seguenti argomenti:

- Il progetto, le reti di monitoraggio e gli obiettivi

- Gli scenari di validazione: serbatoi in pressione e strutture civili
- Cosa potranno indicare gli scenari di validazione del progetto?

Pubblicità

<#? QUI-PUBBLICITA-MIM-[CS0P14] ?#>

## Il progetto, le reti di monitoraggio e gli obiettivi

Nell'intervento "**Manutenzione intelligente (smart maintenance) di impianti industriali e opere civili mediante tecnologie di monitoraggio 4.0 e approcci prognostici ? MAC4PRO**" ? a cura di C. Mennuti e G. Augugliaro (Inail ? Dit), I. Roselli, F. Saitta e A. Tatì (Enea) e A. Marzani (Università di Bologna, DICAM) - si parla del progetto MAC4PRO cofinanziato da INAIL e dalle Università di Bologna, Messina, Roma (Tor Vergata) e dal Politecnico di Milano.

Il progetto si propone lo sviluppo di **reti di monitoraggio 4.0 integrate a modelli probabilistici avanzati** "al fine di realizzare uno schema prognostico per la gestione in sicurezza di componenti e sistemi, strutture ed infrastrutture". E sono sviluppate e integrate varie soluzioni, tra queste:

- "reti di nodi-sensore per il monitoraggio di attrezzature e strutture, minimamente invasive e a basso costo;
- protocolli software e hardware per la gestione remota e la visualizzazione dei dati derivanti dal monitoraggio;
- metodiche avanzate, alimentate da sensori virtuali e/o sperimentali eterogenei, atte alla diagnostica e alla prognostica dei diversi contesti operativi".

Dunque il progetto MAC4PRO ambisce:

- allo "sviluppo di tecnologie innovative di monitoraggio e di modelli predittivi avanzati";
- alla loro "validazione su casi studio rappresentativi della realtà industriale nazionale, con il fine ultimo di contribuire alla evoluzione di strumenti prognostici finalizzati sia al miglioramento dell'utilizzo in sicurezza di attrezzature, impianti e opere civili (infrastrutture e immobili) sia alla programmazione delle azioni di manutenzione in base alle effettive condizioni".

Il progetto è stato strutturato in sei **Obiettivi Specifici (OS)**, che prevedono vari sviluppi metodologici e tecnologici, tra i quali:

1. analisi dinamiche di meccanica della frattura volte a collegare l'evoluzione del danno alla generazione di onde meccaniche guidate o emissioni acustiche (EA);
2. sviluppo di un sensore virtuale in grado di processare misure eterogenee e restituire un indicatore relativo alla vita residua di componenti di impianti industriali e strutture,
3. sviluppo di reti di monitoraggio leggere e di facile implementazione in campo, minimamente invasive e a basso costo, per il monitoraggio di EA e accelerazioni;
4. protocolli e hardware dedicato per il trasferimento wireless dei dati, il loro storage e la loro visualizzazione su web;
5. metodiche di prognostica avanzata alimentate da dati pseudo-sperimentali derivanti da simulazioni numeriche e sensori virtuali e/o sperimentali eterogenei".

E ogni OS "contribuisce in modo organico allo sviluppo e avanzamento di altri OS, in forza della collaborazione sinergica tra i partner del progetto secondo l'articolazione delle attività" che l'intervento propone nel seguente schema:

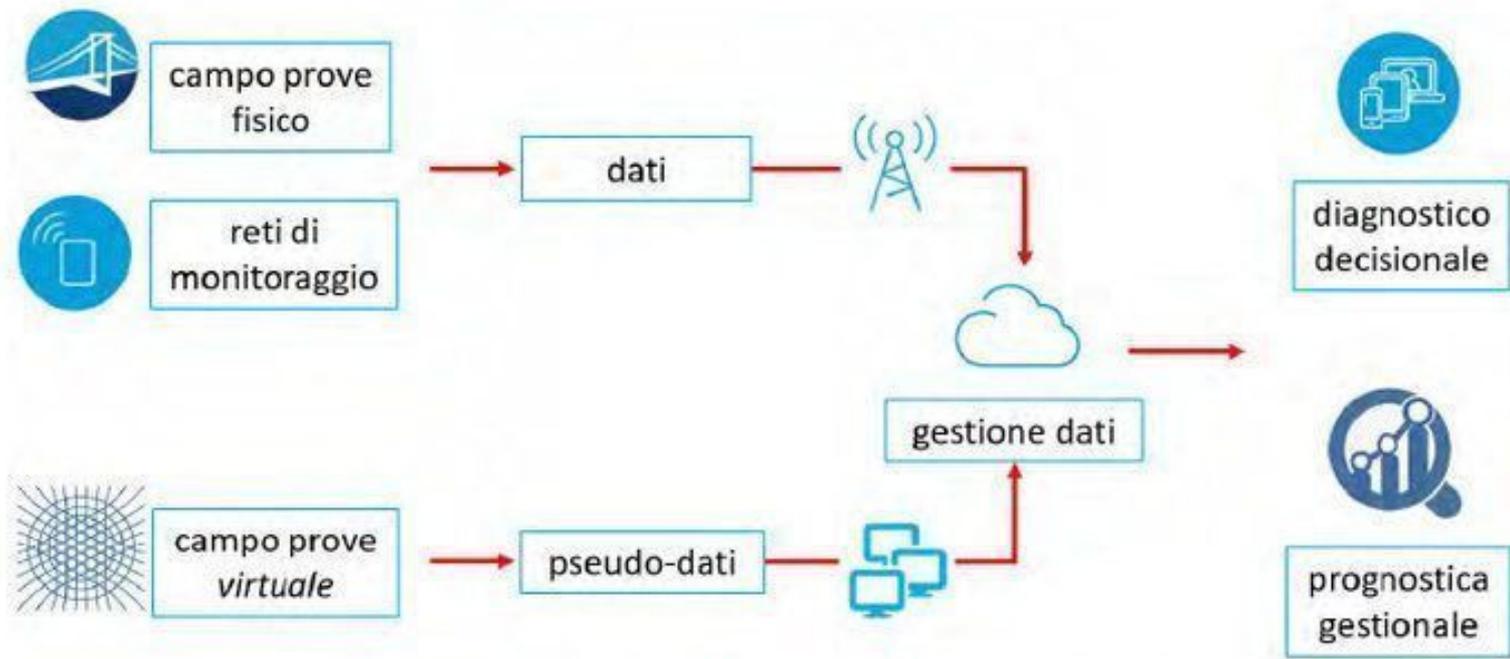


Figura 1. Schema di flusso delle attività previste

Si segnala che l'idea del progetto è quella di "costruire un **campo prove virtuale** nel quale sviluppare metodologie e idee che saranno poi successivamente implementate nel **campo prove fisico**. In particolare, il campo di prove virtuale vede l'utilizzo di avanzate modellazioni numeriche a supporto della comprensione fisica dei fenomeni di danneggiamento, sia a supporto dello sviluppo dei sistemi di monitoraggio, sia al fine di aumentare la flessibilità tempi. Il campo prove fisico, invece, prevede l'implementazione e ottimizzazione delle reti di monitoraggio sviluppate nel progetto per la misura di accelerazioni e di emissioni acustiche nei diversi casi di indagine considerati".

## Gli scenari di validazione: serbatoi in pressione e strutture civili

L'intervento oltre a mostrare nel dettaglio gli obiettivi e la struttura del progetto MAC4PRO presenta e discute alcuni "**scenari di validazione** nei quali saranno messi a confronto i sistemi di misura sviluppati nel progetto con quelli commerciali di riferimento".

Brevemente ricordiamo nel progetto è prevista la realizzazione di **due scenari di prova**, "rappresentativi di due contesti legati rispettivamente alle attrezzature industriali, e strutture e infrastrutture civili":

- il primo si focalizza "sull'utilizzo delle emissioni acustiche per la diagnostica ed il **monitoraggio di serbatoi in pressione** fuori terra per lo stoccaggio di GPL";
- il secondo mira all'uso di "accelerazioni per la diagnostica ed il monitoraggio globale di **strutture civili in calcestruzzo armato**, e verte ad esplorare l'uso delle emissioni acustiche per la diagnostica locale delle strutture" e riguarda un "telaio in cemento armato su tavola vibrante".

# Cosa potranno indicare gli scenari di validazione del progetto?

Veniamo, infine, alle **conclusioni** dell'intervento di presentazione del progetto MAC4PRO.

In relazione alla validazione, "un **circuito idraulico** e un **telaio in cemento debolmente armato** sono stati appositamente realizzati presso dell'Università di Bologna e le strutture di ENEA Casaccia".

Nel primo caso, quello che riguarda il **circuito idraulico**, è prevista "l'installazione di reti di sensori per il monitoraggio delle vibrazioni, nella circuiteria idraulica, e per la rilevazione dei segnali di emissione acustica nei serbatoi per il contenimento di GPL. Il circuito sarà poi soggetto a cicli operativi in grado di pressurizzare e depressurizzare, secondo storie di pressione assegnate, i serbatoi strumentati". E lo scopo della sperimentazione sarà quello di **correlare i parametri delle emissioni acustiche allo stato di salute dei serbatoi**.

Invece il **telaio** sarà attrezzato con diverse "tipologie di sistemi e reti di misura per il monitoraggio dello stato di danno strutturale locale e globale, durante **prove sismiche** su tavola vibrante. In particolare sensori per emissioni acustiche saranno posizionati in prossimità dei nodi potenzialmente oggetto di danneggiamento mentre gli accelerometri saranno posizionati in modo da poter ricostruire al meglio i modi di vibrare della struttura. Prima e dopo **le prove sismiche verranno condotte una serie di prove non distruttive sui pilastri, sulle travi e sui nodi della struttura** al fine di valutarne lo stato pre- e post- prove dinamiche".

In definitiva i dati sperimentali che arriveranno dalla sperimentazione su tavola vibrante saranno processati "al fine di capire se le emissioni acustiche possono fungere da precursori del danno incipiente, validare la rete per la misura delle accelerazioni sviluppata nel progetto, alimentare gli algoritmi proposti nel progetto per la rilevazione del danno e per la stima della vita residua di attrezzature e strutture".

Concludiamo rimandando alla lettura integrale dell'intervento che riporta molte altre indicazioni e immagini relative ai due scenari di valutazione.

RTM

*Scarica il documento da cui è tratto l'articolo:*

Inail, Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici, " [SAFAP 2021 - Sicurezza e affidabilità delle attrezzature a pressione](#)", atti del convegno SAFAP 2021, editing di Francesca Ceruti e Daniela Gaetana Cogliani, edizione 2021

Vai all'area riservata agli abbonati dedicata a "[Le novità sulla sicurezza e l'affidabilità delle attrezzature a pressione](#)".



Licenza [Creative Commons](#)

---

[www.puntosicuro.it](http://www.puntosicuro.it)