

# SAFAP 2018

## SICUREZZA E AFFIDABILITA' DELLE ATTREZZATURE A PRESSIONE

La gestione del rischio dalla costruzione all'esercizio a 130 anni dalla prima legge sulla sicurezza delle caldaie a vapore

INAIL

Bologna - 28 e 29 novembre 2018

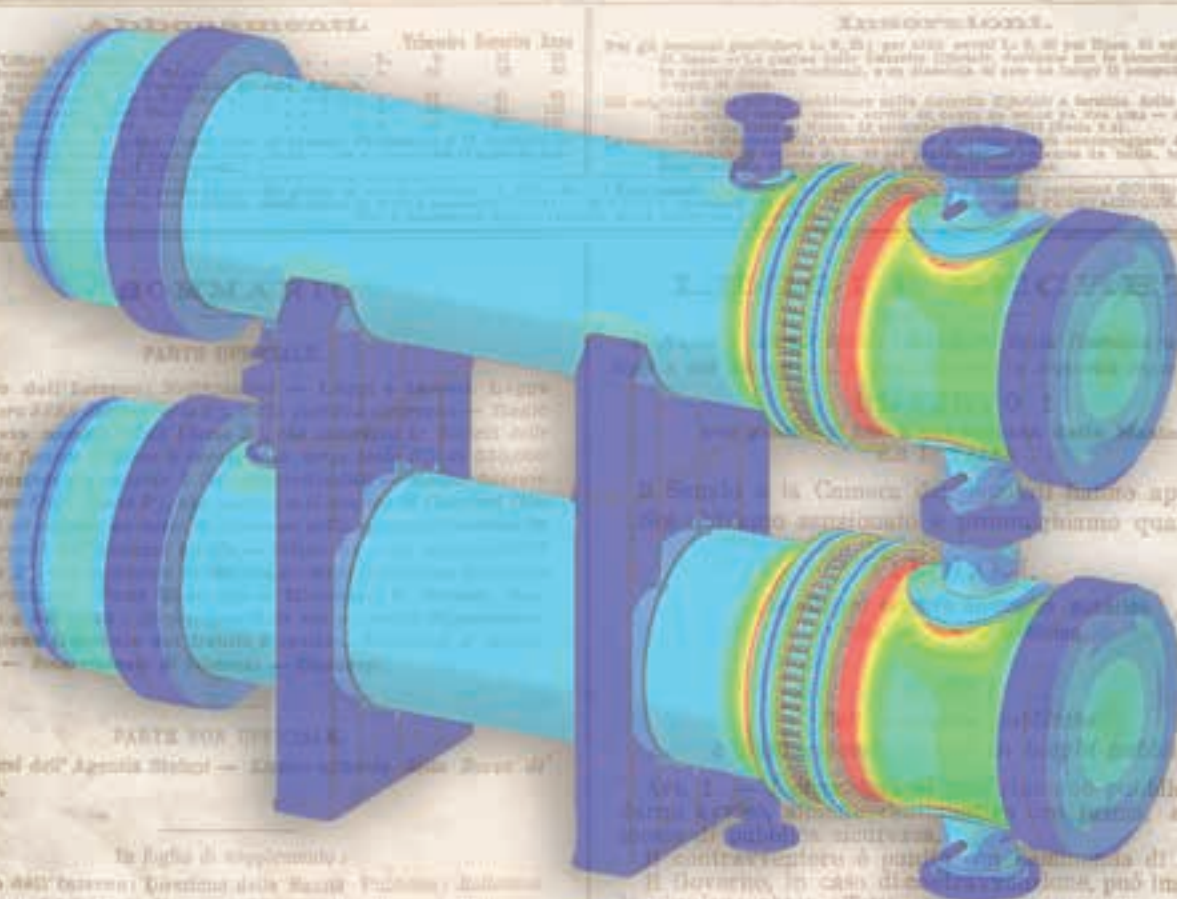
# GAZZETTA UFFICIALE

DEL REGNO D'ITALIA

ANNO 1888

ROMA — SABATO 29 GENNAIO

N.° NUM. 22



PARTE UFFICIALE

MINISTERO DELL'INTERNO

## **Proposta per una piattaforma smart iot-based per la gestione delle attrezzature a pressione**

S. Anastasi<sup>1</sup>, V. Elia<sup>2</sup>, L. Monica<sup>1</sup>, M.G. Gnoni<sup>2</sup>, S. Parisi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Inail - Dit

<sup>2</sup> Dip. Ingegneria dell'Innovazione - Università del Salento, Lecce

### **Sommario**

Una delle criticità che caratterizza la gestione delle attrezzature di lavoro, e tra queste in particolare quelle a pressione, è legata alla mancanza di informazioni inerenti lo “stato” d’uso dell’apparecchio; capita, infatti, frequentemente che attività di controllo, manutenzione e verifica (ove prevista) non siano correttamente tracciate. Allo stesso modo si verifica spesso che non sia disponibile la documentazione a corredo dell’attrezzatura (Dichiarazione di Conformità del fabbricante, Istruzioni, ecc.), rendendo impossibile una conduzione sicura e coerente dell’apparecchio per l’operatore, un controllo adeguato per manutentori e verificatori e un’efficace attività di controllo da parte degli organi di vigilanza. Questa mancanza di informazioni, infatti, non consente di conoscere le corrette modalità di utilizzo e mantenimento dell’attrezzatura, né di disporre di feedback circa le azioni messe in campo dall’utilizzatore in fase di gestione dell’attrezzatura, per una pianificazione organizzativa ed economicamente efficace degli interventi di controllo, manutenzione e verifica.

Lo studio propone un prototipo di piattaforma software che integra tecnologie IOT (Internet of Things), montate sulle attrezzature a pressione, con sistemi cloud-based di gestione dei dati che consenta una univoca identificazione dell’attrezzatura a pressione e soprattutto la gestione dei dati relativi all’intero ciclo di vita della stessa, fornendo una tracciabilità dinamica e real time dei diversi interventi (ad esempio a causa di un guasto improvviso, in base alla pianificazione indicata dal fabbricante, in base a suggerimenti a valle di attività di controllo, manutenzione e/o verifica).

### **1. Introduzione**

In base alla legislazione vigente [1, 2], il Datore di Lavoro deve sottoporre a regolari interventi di manutenzione e controllo le attrezzature di lavoro (secondo la definizione di cui all’art. 69 del d.lgs. 81/08 e s.m.i.). Oltre tali prescrizioni, per talune tipologie di attrezzature (elencate nell’allegato VII al medesimo decreto), ritenute particolarmente pericolose da parte del legislatore, il Datore di Lavoro è tenuto a far condurre verifiche periodiche da parte di Inail, Asl/Arpa o soggetti pubblici o privati abilitati.

L’esperienza maturata nella conduzione dell’attività di prima verifica periodica ha evidenziato notevoli lacune nella gestione delle attrezzature di lavoro, in particolare per quanto attiene la gestione documentale e la fase di registrazione degli interventi di manutenzione e controllo, indispensabile per la valutazione dello stato di manutenzione e conservazione dell’attrezzatura.

In tale contesto Inail, nell’ambito dell’attività di ricerca volta al miglioramento dei livelli di sicurezza nei luoghi di lavoro, ha avviato un progetto volto a realizzare uno strumento snello e di facile utilizzo per agevolare il Datore di Lavoro nell’assolvimento dei propri obblighi di gestione del parco attrezzature, anche nell’ottica di uniformare e rendere più efficace l’attività di verifica periodica.

## 2. Proposta di un processo di ispezione “smart”

L'idea è quella di definire un sistema integrato, sia dal punto di vista organizzativo che tecnico, per migliorare l'efficienza e l'efficacia tanto del processo di verifica periodica, quanto più in generale degli interventi di manutenzione e controllo di completa gestione del Datore di Lavoro/Utilizzatore. Tale sistema mira ad agevolare il Datore di Lavoro/Utilizzatore nelle operazioni di pianificazione e organizzazione della gestione dell'attrezzatura così da ottimizzare anche le attività di verifica svolte dai Verificatori. Si prevede di implementare alcune soluzioni:

- l'uso di etichette intelligenti basate su tecnologie IOT (Internet of Things), che identifichino univocamente l'attrezzatura e i suoi componenti,
- la standardizzazione di procedure per la classificazione, l'analisi e la regolamentazione delle attività necessarie,
- lo sviluppo un software web-based progettato per supportare sia le aziende, dal lato gestione della attrezzatura, sia i verificatori, in sede di verifica.

### 2.1 Figure coinvolte e ruoli

È stata condotta una prima analisi per individuare tutte le figure, che a vario titolo, sono coinvolte nel processo. Il sistema è basato sull'interazione di quattro “attori”: due dei quali sono direttamente coinvolti con il processo di ispezione – “*Datore di Lavoro/Utilizzatore*” e “*Verificatore*” – gli altri due – “*Fabbricante*” e “*Autorità Competente*” - sono coinvolti indirettamente nel processo, ma forniscono informazioni necessarie per espletare il completo funzionamento del processo. Le categorie appena definite sono fondamentali per la definizione di una linea guida a supporto della gestione dell'intero ciclo di vita delle verifiche ispettive - dalla prima verifica alle successive verifiche periodiche -, in quanto, definite le varie relazioni tra i soggetti, le informazioni che ciascuno può gestire – ed eventualmente condividere - vanno individuate in relazione ai singoli processi. Una schematizzazione delle relazioni tra le varie figure coinvolte è riportata in Figura 1:



Figura 1. Relazioni tra gli attori coinvolti nel processo di verifica.

- Attori interni (direttamente coinvolti nel processo di verifica); ■ Attori esterni

Il primo “attore interno” è l’“**Utilizzatore**” (il DDL, Datore di Lavoro): questo gestisce tutte le informazioni relative all'attrezzatura, la manutenzione e le condizioni di sicurezza. Si identifica tipicamente con il Datore di Lavoro, che acquista e utilizza l'attrezzatura per proprio conto, gestendone, inoltre, la fase di controllo e manutenzione. Questo può, a volte, identificarsi con un Noleggiatore, che, diversamente, acquista l'attrezzatura, ma raramente la utilizza. Il secondo è “**Verificatore**”: gestisce tutte le attività in fase di *Verifica Periodica*, dai controlli visivi e di funzionamento che devono essere eseguiti, alla compilazione della *Scheda Tecnica* e del *Verbale* di verifica periodica. Eseguisce inoltre i controlli relativi alla documentazione a corredo dell'attrezzatura e fornisce specifici consigli o avvertimenti in presenza di un eventuale presunta non conformità. Il Verificatore può afferire ad un ente pubblico (p.e. INAIL, ARPA o Asl) o a un soggetto privato abilitato. Gli altri due “attori esterni”

sono il **“Fabbricante”**, il quale fornisce tutte le informazioni di progetto e di manutenzione attraverso la *Dichiarazione di Conformità* e le *Istruzioni per l’uso*, e l’**“Autorità Competente”**, che può supportare gli ispettori durante le loro attività, sia dal punto di vista tecnico che organizzativo, con l’obiettivo di garantire la sicurezza delle attrezzature e di conseguenza prevenire l’eventuale rischio di incidenti.

## 2.2 Schema di funzionamento

Una volta definiti i ruoli è possibile entrare nel merito della logica prevista dal sistema “smart” a supporto del processo di verifica di attrezzature soggette a verifiche periodiche obbligatorie, quali quelle a pressioni indicate nell’allegato VII al D.lgs. 81/08 e s.m.i.

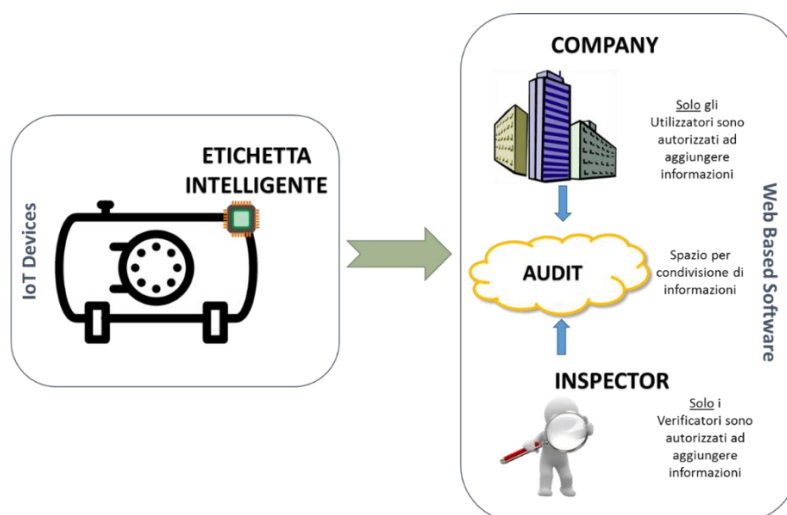


Figura 2. Interazione hardware e software nel sistema proposto.

La principale innovazione è l’introduzione di una *Etichetta Intelligente* capace di identificare univocamente l’attrezzatura e consentire l’attivazione delle funzionalità del prototipo software web-based, che sarà descritto in dettaglio nelle sezioni successive. L’idea è utilizzare tecnologie dell’IOT al fine di garantire una gestione più efficace del processo di verifica [5]. Il dispositivo intelligente è basato su tecnologie IOT, viene “attaccato” all’attrezzatura e attivato al suo primo utilizzo. Sono state individuate, nell’ambito dei sistemi di identificazione IOT, due tecnologie per lo sviluppo di queste etichette intelligenti: una basata sulla comunicazione in prossimità – la cosiddetta tecnologia NFC, Near Field Communication - e un’altra basata sulla comunicazione a lungo raggio - Bluetooth Low Energy, BLE. Attraverso l’utilizzo di un dispositivo mobile, quale smartphone o tablet, l’etichetta, solidale all’attrezzatura, permette l’identificazione univoca della stessa e l’accesso alle informazioni messe a disposizione dal prototipo software web-based. Il software prevede ambienti diversi per i due “attori” principali (es. Verificatore e Datore di Lavoro), così da garantire la riservatezza dei dati, come ad esempio per alcune informazioni, quali le strategie aziendali adottate per la manutenzione oppure i protocolli specifici seguito dal Verificatore. I dati, invece, condivisi possono essere di due tipi: quelli obbligatori, richiesti dalla legge, e quelli volontari, su scelta dell’utente. Per consentire tale condivisione è previsto un apposito spazio cloud per la comunicazione tra i due soggetti. Verranno illustrati successivamente, con maggiore dettaglio, i vari moduli che compongono la struttura del prototipo software.

## 3. Il prototipo software a supporto del processo di verifica “smart”

L’obiettivo del prototipo software web-based è fornire un supporto di continuo monitoraggio per l’Utilizzatore e il Verificatore. A tale scopo è di fondamentale importanza andare incontro



alle esigenze dei vari user, realizzando uno strumento di facile comprensione e semplice utilizzo anche tramite diverse modalità di accesso (es. smartphone, pc, tablet).

### 3.1 La struttura proposta

La struttura proposta del software è costituita da tre moduli principali: *Company*, *Inspector*, *Audit*. Di seguito, sono descritte le principali funzionalità dei singoli moduli.

**Modulo Company:** lo scopo principale del modulo *Company* è supportare l'Utilizzatore nella gestione delle informazioni sull'attrezzatura e sulla relativa manutenzione, oggetto di controllo da parte sia del verificatore che degli organi di vigilanza. Al suo interno sono presenti tre ulteriori moduli:

- **Anagrafica:** contenente:
  - i Dati Identificativi dell'attrezzatura, ovvero le informazioni di base quali la matricola Inail, l'identificativo dell'Etichetta Intelligente e i dati dell'Utilizzatore,
  - la Scheda Tecnica, dove sono presenti tutti i dati tecnici relativi all'attrezzatura, i parametri di lavoro, numero e tipo di componenti e dispositivi di sicurezza in dotazione. La sua redazione deve essere effettuata dal Verificatore (vedi anche Modulo *Inspector*). Inoltre, sono inseriti i documenti tecnici a corredo dell'attrezzatura come la Dichiarazione di Conformità, le Istruzioni per l'uso ed eventuali altri allegati, forniti dal Fabbricante.
- **Manutenzione:** include le varie politiche di manutenzione attuate dall'azienda; permette inoltre di registrare le attività di manutenzione/riparazione che sono state o che dovranno essere condotte sull'attrezzatura. La sua compilazione viene demandata all'Utilizzatore, che in funzione dei componenti critici da sorvegliare, ne registra le attività. Al fine di consentire un'ampia flessibilità di utilizzo, sono state definite 3 categorie di politiche di manutenzione:
  - manutenzione "Ordinaria": programma di manutenzione fornito dal fabbricante e/o da linee guida tecniche definite da Autorità Competente;
  - manutenzione "A Guasto": tiene traccia di eventi inaspettati di guasto/rottura dei componenti;
  - manutenzione "Proattiva": programma di manutenzione di politiche aziendali volto al miglioramento delle prestazioni e condizioni di sicurezza.

REGISTRO DI MANUTENZIONE						
						Data Ultima Revisione: 11/05/2018
Componente	Risorsa Titolo Manutenzione	Descrizione	Foto	Allegati	Data Prevista	Data Effettuazione
Componente I	INTERNA - Mario Verdi	Controllo prestazioni	-----	Foto	11/05/2018	11/05/2018
Componente I	INTERNA - Mario Verdi	Controllo prestazioni	-----	Foto	11/11/2018	11/11/2018
Componente II	INTERNA - Giuseppe Rossi	Funzionalità	-----	Foto	11/05/2017	11/05/2017
Componente I	INTERNA - Mario Verdi	Controllo prestazioni	-----	Foto	11/05/2017	11/05/2017
Componente I	INTERNA - Mario Verdi	Controllo prestazioni	-----	Foto	11/05/2017	11/05/2017
Componente II	INTERNA - Giuseppe Rossi	Funzionalità	-----	Foto	11/05/2018	11/05/2018
Componente III	ESTERNA - Ditta Esperta S.r.l.	Controllo specifico	-----	Foto e immagina	11/05/2018	11/05/2018

Figura 3. Esempio di registrazione attività di manutenzione

- **Calendario:** all'interno di un *Registro di Manutenzione* vengono archiviate tutte le operazioni di manutenzione condotte. Inoltre, per gestire e coordinare nel modo più efficiente le attività, dispone di un'interfaccia grafica intuitiva, sotto-forma di calendario grafico (*VMC – Virtual Maintenance Calendar*). Il *Registro di Manutenzione* (Figura 3) prevede l'estrapolazione dello storico delle attività, per generare il *Registro di Controllo*. Questo poi verrà condiviso con il Verificatore attraverso il *Modulo Audit*, per la conduzione della fase di verifica periodica. Un esempio di calendario, il *VMC*, è mostrato in *Figura 4*, dove, per ogni attrezzatura sono indicati i relativi componenti monitorati, organizzati secondo i mesi di utilizzo. In

funzione della manutenzione condotta (DO) e di quella prevista (PLAN) sono presenti celle di colorazione specifica, che ne identificano le politiche di manutenzione.

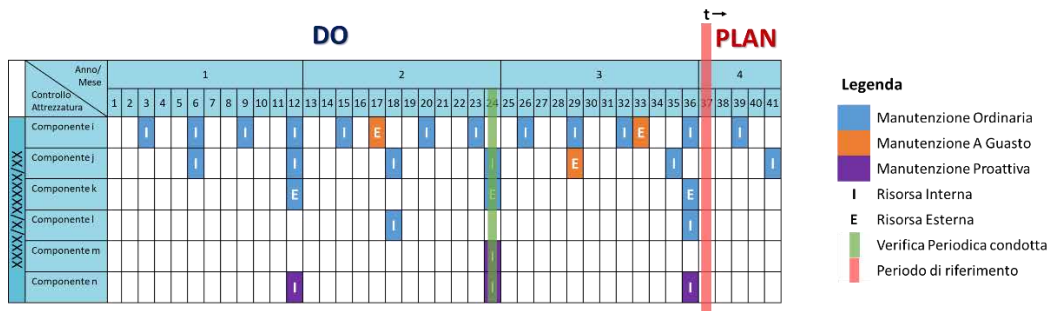


Figura 4. Esempio di Virtual Maintenance Calendar

**Modulo Inspector:** questo modulo è gestito esclusivamente dal Verificatore (pubblico o privato che sia) e consente di supportare le attività di verifica che è chiamato a svolgere. Si compone di due parti:

- *Scheda Tecnica*, questa sezione, già descritta nel Modulo *Company* all'interno di *Anagrafica*, è accessibile anche da qui, in quanto questo documento viene redatto dal Verificatore in occasione della prima verifica periodica accedendo alle informazioni (Documentazione tecnica, etc.) condivise nel successivo Modulo *Audit*.
- *Gestione Verifica*: è il modulo fondamentale dell'intero processo di Verifica Periodica; in esso, infatti, viene realizzata la stesura del Verbale di Verifica Periodica dell'attrezzatura. La procedura di compilazione risulta essere abbastanza intuitiva: propone al Verificatore campi appositi per stilare in maniera sintetica e pressoché standardizzata tale documento.

Questo modulo, in maniera del tutto speculare al precedente, è accessibile dal solo Verificatore e, di conseguenza, le informazioni in esso contenute rimangono riservate sino alla loro condivisione. Una ulteriore funzionalità del modulo è quella di contenere le eventuali indicazioni tecniche di indirizzo definite dall'Autorità Competente, al fine di renderle consultabili durante l'attività di verifica periodica.

**Modulo Audit:** il terzo e ultimo modulo è definito *Audit*. Questo ha lo scopo di mettere in comunicazione *Company* con *Inspector*, condividendo le informazioni e i dati necessari per permettere l'espletamento dell'attività di verifica periodica. Le principali informazioni condivise sono Dati Identificativi, Registro di Controllo, Documentazione (da parte *Company*), Scheda Tecnica e Verbali di verifica (da parte *Inspector*). Questo modulo costituisce uno spazio cloud separato dagli altri due, in modo tale da evitare eventuali accessi alle informazioni riservate da parte di utenti non autorizzati.

In *Figura 3* è riportato uno schema riassuntivo dei principali flussi di informazioni

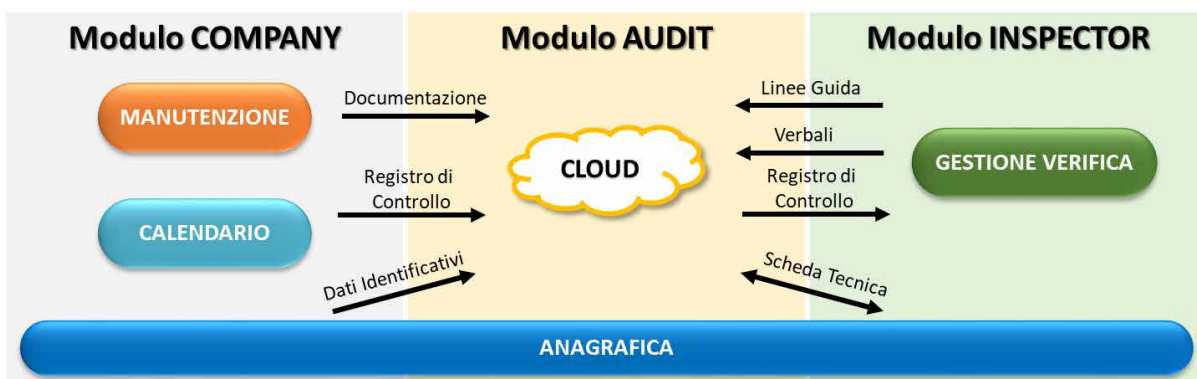


Figura 3. Principali informazioni condivise nel Modulo Audit

### 3.2 Le interazioni tra hardware e software

Dopo aver definito le informazioni necessarie e la struttura del software web, per meglio comprendere l'interazione dei vari attori, le fasi di applicazione e l'utilizzo dell'Etichetta Intelligente, si riportano, di seguito, due schemi esplicativi. In Figura 4 è mostrata la sequenza di interazione tra IOT device e il software.

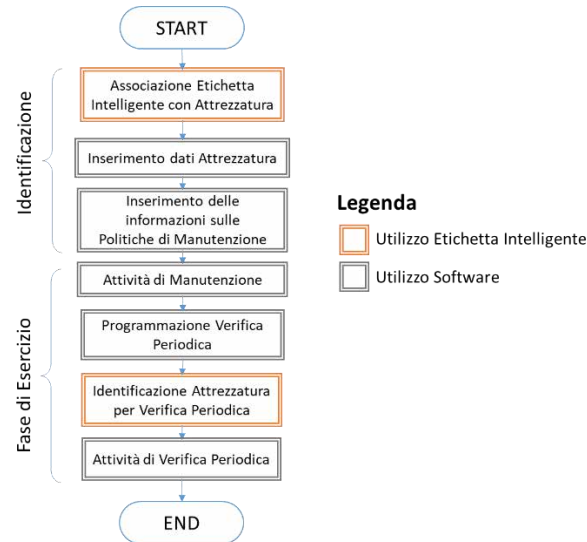


Figura 4. Diagramma di flusso interazione IoT device-Software

In Figura 5, invece, sono mostrati su scala temporale quali siano gli step fondamentali di interazione tra i vari user ed il prototipo software.

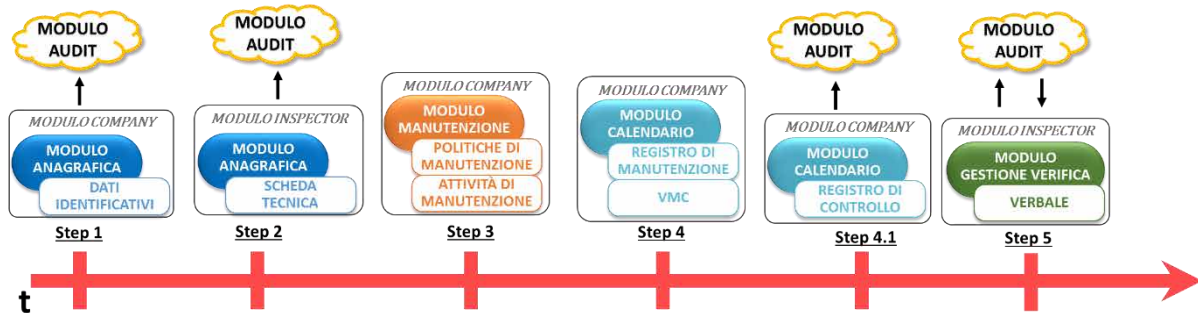


Figura 5. Step di compilazione del software web

In dettaglio, la sequenza delle attività da sviluppare è:

- *Step 1*: inserimento, da parte dell'Utilizzatore, dei dati fondamentali per poter attivare il software e utilizzare l'attrezzatura. Condivisione di tali dati nel cloud;
- *Step 2*: inserimento di ulteriori dati, da parte del Verificatore, per poter gestire completamente tutte le informazioni relative all'attrezzatura. Condivisione di tali dati nel cloud, poiché accessibili da due moduli differenti;
- *Step 3*: inserimento, da parte dell'Utilizzatore, delle informazioni relative alla manutenzione dell'attrezzatura e compilazione delle relative attività manutentive in funzione della vita lavorativa;
- *Step 4*: monitoraggio e redazione della documentazione relativa alle attività di manutenzione attraverso funzioni software specifiche;
- *Step 4.1*: generazione del Registro di Controllo, come dato necessario ai fini delle attività di Verifica Periodica;

- *Step 5*: redazione, da parte del Verificatore, del Verbale di Verifica Periodica. In questa fase, tramite il cloud, si realizza un flusso di informazioni bidirezionale, in quanto vengono recepite le informazioni condivise con i precedenti moduli e aggiornate le informazioni relative ai verbali redatti.

#### **4. Conclusioni**

Il progetto che si sta realizzando si propone, partendo dalle criticità rilevate nell'espletamento dell'attuale processo di verifica periodica – la prima e le successive – di realizzare uno strumento operativo a supporto sia degli Utilizzatori/Datori di Lavoro che dei verificatori. Il prototipo proposto consentirà sia di identificare univocamente l'attrezzatura soggetta a verifica periodica che di gestire in modalità snella e coordinata le informazioni essenziali per supportare le attività di verifica da svolgersi periodicamente, tra le altre, anche sulle attrezzature a pressione, fornendo uno strumento per la gestione degli obblighi di manutenzione e controllo stabiliti dal legislatore.

#### **5. Acknowledgement**

Il lavoro è stato finanziato da INAIL nell'ambito del bando BRIC 2016-2018, progetto Smartbench ID 15

#### **6. Bibliografia**

- [1] d.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 (Testo coordinato con il d.lgs. 3 agosto 2009, n. 106) – Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro: Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- [2] d.m. 11 aprile 2011 - Disciplina delle modalità di effettuazione delle verifiche periodiche di cui all'All. VII del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, nonché i criteri per l'abilitazione dei soggetti di cui all'articolo 71, comma 13, del medesimo decreto legislativo.
- [3] Gallo, M., Miele, D., Montella, D. R., & Natale, P., 2012, L'analisi dei rischi residui nell'uso delle apparecchiature a pressione: lo sviluppo di pratiche gestionali in ottica di miglioramento continuo. Atti della Conferenza Safap, Napoli 2012.
- [4] Regione Emilia Romagna, Anomalie attrezzature a pressione. Terza Edizione, 2016.
- [5] Gnoni, M. G., Lettera, G., Tundo, P., Tonti, A., Fiodo, A., 2010, Proposta di una piattaforma RFID-based per la gestione delle verifiche di apparecchi a pressione. Atti della Conferenza SAFAP, Venezia 2010.