Bando di gara per progetti di ricerca di cui all'art. 10, comma 2, lettera b) del decreto 26 gennaio 2000, previsti dal Piano triennale 2019-2021 della Ricerca di sistema elettrico nazionale 1.2 Accumulo elettrochimico

Decreto MISE 7 dicembre 2020

Virtual Storage per la Fast Reserve e servizi integrati di inerzia sintetica, peak shaving e load levelling

ViStoFaRe

Deliverable D5.3a

Piattaforma ViSto

CSEAB_00326

Sommario

Introduzione ..... **Errore. Il segnalibro non è definito.**
Accesso alla Piattaforma 3
Schermata di Login 4
Interfaccia 5
Navigazione della Piattaforma 5
Visualizzazione Geografica degli Asset 6
Gestione Asset 7
Lista e Navigazione degli Asset 7
Dettaglio Asset MQTT 8
Configurazione dell'Agente MQTT 8
Dettaglio Asset STORINPLUS 10
Monitoraggio del Sistema di Accumulo 10
Dashboard e Analisi dei Dati 102
Visualizzazione Grafica delle Prestazioni 12
Configurazione Regole 123
Gestione degli Allarmi 13
Struttura e Configurazione Regole 164
Flussi di Lavoro 16
Configurazione Avanzata dei Flussi di Lavoro 16
Conclusioni 167

INTRODUZIONE

Il presente documento costituisce la Scheda Tecnica di Rilascio e Attestazione di Operatività dell'output software "Piattaforma ViSto" (Deliverable D5.3a), sviluppata e messa in esercizio da CRETAES nell'ambito della Linea di Attività 5.3 (LA 5.3) del progetto di ricerca *ViStoFaRe* (Codice domanda CSEAB_00326).

In particolare, il presente deliverable documenta l'effettivo rilascio in esercizio dell'applicativo software presso il dimostratore fisico SIEL, riportandone gli estremi di accesso per la verifica ispettiva, i parametri di dispiegamento (*deployment*) e le evidenze oggettive di funzionamento delle principali interfacce e funzionalità realizzate.

- **Indirizzo di accesso alla Piattaforma ViSto:** [https://vistofare.cretaes.com]

Nei capitoli seguenti vengono illustrate le funzionalità implementate nella piattaforma attraverso acquisizioni reali rilevati in esercizio sul dimostratore SIEL (*Accesso RBAC, Mappa georeferenziata, Gestione Asset e Agente MQTT, Monitoraggio StorInPlus, Dashboard Insights, Regole di Allarme e Flussi di Lavoro*).

ACCESSO ALLA PIATTAFORMA

Schermata di Login



Figura 1. Finestra di login

L'accesso alla piattaforma ViSto avviene attraverso una schermata di autenticazione dal design volutamente essenziale, che riflette l'approccio minimalista adottato per tutta l'interfaccia. Il modulo di login è composto da due campi di input — nome utente o indirizzo email e password — e da un pulsante di conferma SIGN IN. Il logo ViStoPlatform è posizionato in evidenza nella parte superiore della schermata, a garantire un immediato riconoscimento del sistema da parte dell'operatore.

Il sistema di autenticazione implementa un controllo degli accessi basato sui ruoli (RBAC), per cui le funzionalità accessibili a ciascun utente variano in funzione del profilo assegnato. Gli utenti con profilo admin dispongono di accesso completo a tutte le sezioni della piattaforma, incluse le funzionalità di configurazione e gestione degli asset; gli utenti con profilo operativo accedono invece alle sole funzionalità di monitoraggio e lettura dei dati. Questa distinzione è fondamentale per garantire la sicurezza del sistema e prevenire modifiche accidentali alla configurazione operativa.

- Sicurezza dell'accesso

  Il sistema applica policy di sicurezza con password complesse (almeno 12 caratteri, con combinazione di lettere maiuscole/minuscole, numeri e simboli) e di non condividere le credenziali tra più operatori. In caso di accesso non autorizzato sospetto, è possibile revocare le sessioni attive dalla sezione di amministrazione utenti. Il sistema registra un log immutabile di tutti gli accessi, utile per le attività di audit di sicurezza.

INTERFACCIA

Navigazione Generale della Piattaforma

Dopo l'autenticazione, l'utente accede all'interfaccia principale della piattaforma, la cui struttura è organizzata attorno a una barra di navigazione superiore che dà accesso alle quattro macro-sezioni funzionali: Map, Assets, Rules e Insights. Questa suddivisione riflette una progressione logica dal monitoraggio passivo — la visualizzazione geografica e la lettura dei parametri — verso l'intervento attivo, con la configurazione di regole di automazione e l'analisi approfondita delle prestazioni.

La sezione Map rappresenta il punto di ingresso naturale per l'operatore: essa offre una visione d'insieme georeferenziata di tutti gli asset connessi, consentendo di valutare in un colpo d'occhio la distribuzione territoriale del sistema e di navigare rapidamente verso lo stato operativo di un dispositivo specifico. La sezione Assets approfondisce il dettaglio configurativo di ciascun dispositivo. La sezione Rules consente di definire comportamenti automatizzati basati su soglie e condizioni. La sezione Insights, infine, offre strumenti di analisi grafica e aggregazione delle metriche storiche.

- Flusso operativo implementato nella Piattaforma

  La barra di navigazione organizza le funzionalità per l'operatore nella sua sessione giornaliera: avviare dalla mappa per una verifica rapida dello stato del sistema, approfondire eventuali anomalie nella sezione Assets, verificare la corretta configurazione delle regole di allarme in Rules, e concludere con l'analisi delle prestazioni in Insights. Questo approccio top-down garantisce una supervisione sistematica e completa del sistema.

Visualizzazione Geografica degli Asset

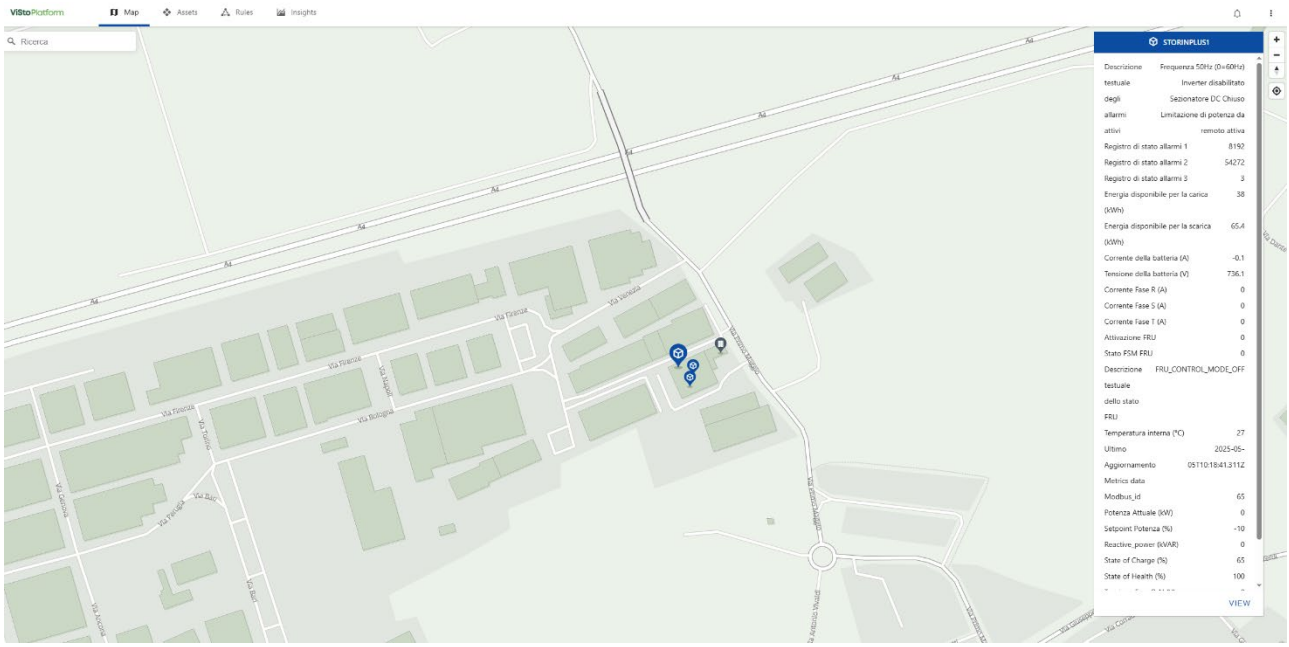

Figura 2. Sezione Maps della Piattaforma

La schermata Map è il cruscotto operativo principale della piattaforma. Al centro dell'interfaccia è posizionata una mappa interattiva che mostra la posizione geografica di ciascun asset connesso, rappresentato da un punto di colore blu. Questa visualizzazione consente agli operatori di identificare immediatamente la collocazione fisica dei dispositivi monitorati, informazione particolarmente rilevante quando il sistema gestisce asset distribuiti su aree geograficamente estese.

Una barra di ricerca integrata nella parte superiore della mappa permette di individuare rapidamente un asset specifico o una località, riducendo i tempi di navigazione in presenza di un elevato numero di dispositivi connessi. Selezionando un asset dalla mappa, si apre automaticamente un pannello laterale che mostra in tempo reale i principali parametri operativi del dispositivo, senza la necessità di navigare verso una schermata separata. Questo meccanismo di accesso contestuale è progettato per minimizzare i tempi di risposta dell'operatore in situazioni che richiedono un intervento rapido.

- Parametri visualizzati nel pannello laterale (es. STORINPLUS1)

Il pannello laterale associato a ciascun asset della mappa espone una selezione di parametri operativi critici. Per STORINPLUS1, i valori mostrati includono: la frequenza operativa (nominale 50 Hz), lo stato corrente dell'inverter, lo stato del sezionatore DC, l'eventuale limitazione di potenza da remoto, l'energia disponibile per la carica (es. 38 kWh) e per la scarica (es. 65,4 kWh), le correnti delle tre fasi (R, S, T), la modalità di controllo FRU (es.

FRU_CONTROL_MODE_OFF), la temperatura interna (es. 27°C) e il timestamp dell'ultimo aggiornamento ricevuto. L'insieme di questi valori fornisce una fotografia operativa completa del dispositivo aggiornata in tempo reale.

- Interpretazione del parametro FRU_CONTROL_MODE_OFF

Quando il pannello laterale riporta la modalità FRU_CONTROL_MODE_OFF, significa che il dispositivo non sta erogando attivamente il servizio di Fast Reserve in quel momento. Questa condizione è attesa nei periodi in cui il segnale di abilitazione del servizio non è attivo o quando il SOC del dispositivo è fuori dal range operativo previsto per la partecipazione alla Fast Reserve. L'operatore deve distinguere questa condizione dallo stato di fault: la modalità OFF è una condizione operativa normale, non un'anomalia da segnalare.

GESTIONE ASSET

Lista e Navigazione degli Asset

La sezione Assets offre una visione strutturata e navigabile di tutti i dispositivi connessi alla piattaforma. L'interfaccia è organizzata in due aree principali: un pannello laterale sinistro che presenta la gerarchia degli asset in una struttura ad albero, e un'area principale centrale che visualizza il dettaglio dell'asset correntemente selezionato. La struttura gerarchica consente di raggruppare logicamente i dispositivi per impianto o sito operativo, facilitando la gestione di installazioni con numerosi asset distribuiti.

Nel contesto del dimostratore ViStoFaRe, gli asset sono organizzati sotto il gruppo "Dimostratore (SIEL)", che comprende i tre dispositivi StorInPlus — STORINPLUS1, STORINPLUS2 e STORINPLUS3 — e l'agente software ViSto MQTT Agent, responsabile della comunicazione bidirezionale tra la piattaforma e i dispositivi fisici. Questa organizzazione riflette la topologia reale del sistema e consente di navigare intuitivamente tra i componenti del dimostratore.

- Organizzazione gerarchica e scalabilità

La struttura ad albero della sezione Assets è progettata per scalare naturalmente con la crescita del sistema. In previsione di future estensioni del dimostratore o di nuove installazioni, è possibile aggiungere nuovi gruppi e asset mantenendo la stessa logica organizzativa.

DETTAGLIO ASSET MQTT

Configurazione dell'Agente MQTT

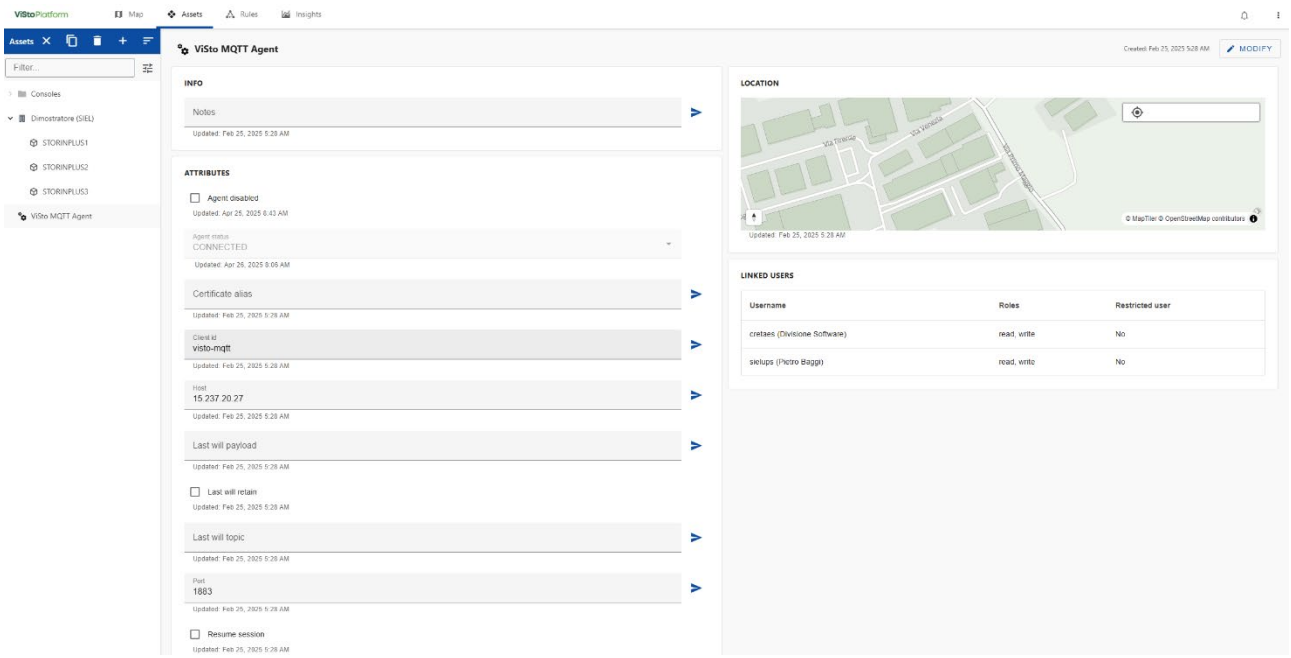

Figura 3. Impostazioni MQTT

Il componente ViSto MQTT Agent riveste un ruolo infrastrutturale fondamentale all'interno dell'architettura della piattaforma: esso agisce come intermediario tra la logica applicativa di ViSto e i dispositivi fisici StorInPlus, gestendo in modo trasparente la traduzione dei messaggi MQTT verso i registri Modbus dei dispositivi. La schermata di dettaglio dell'agente è articolata in quattro schede principali — INFO, ATTRIBUTES, LOCATION e LINKED USERS — che forniscono una visione completa delle sue proprietà configurative e operative.

La scheda ATTRIBUTES è quella di maggiore interesse operativo: essa espone i parametri di connessione e di sessione che governano il comportamento dell'agente MQTT. Lo stato dell'agente — idealmente CONNECTED — indica che la comunicazione con il broker MQTT è attiva e funzionante. Il Client ID (visto-mqtt) identifica univocamente l'agente presso il broker, mentre il parametro Host (15.237.20.27) e la porta (1883) definiscono il punto di accesso al broker stesso.

- Parametri chiavi dell'Agente MQTT

Parametro / Campo	Descrizione e Significato Operativo
Stato agente	CONNECTED indica operatività normale. In caso di DISCONNECTED, verificare la raggiungibilità del broker e la validità del certificato.
Host	Indirizzo IP del broker MQTT (15.237.20.27). Modificabile solo da amministratori; una variazione errata interrompe tutta la telemetria.
Porta	Porta TCP del broker (1883 per MQTT non cifrato, 8883 per MQTT over TLS). Verificare la coerenza con la configurazione del broker.
Client ID	"visto-mqtt": identificatore univoco dell'agente presso il broker. Non deve essere duplicato in altri client connessi allo stesso broker.
Alias certificato	Identifica il certificato X.509 usato per l'autenticazione TLS. Da rinnovare prima della scadenza per non interrompere il servizio.
LINKED USERS	Gli utenti cretaes (write) e sielups (read) definiscono chi può modificare la configurazione e chi può solo monitorarne lo stato.

- Diagnostica della connessione MQTT

Un agente MQTT in stato DISCONNECTED è la causa più comune di mancato aggiornamento dei parametri degli asset sulla piattaforma. Se i valori degli attributi di un asset risultano "congelati" a un timestamp passato, il primo controllo da effettuare è proprio lo stato di connessione dell'agente in questa schermata. In caso di disconnessione persistente, verificare la raggiungibilità del broker dal gateway di campo e controllare la validità delle credenziali e dei certificati configurati.

DETTAGLIO ASSET STORINPLUS

Monitoraggio del Sistema di Accumulo

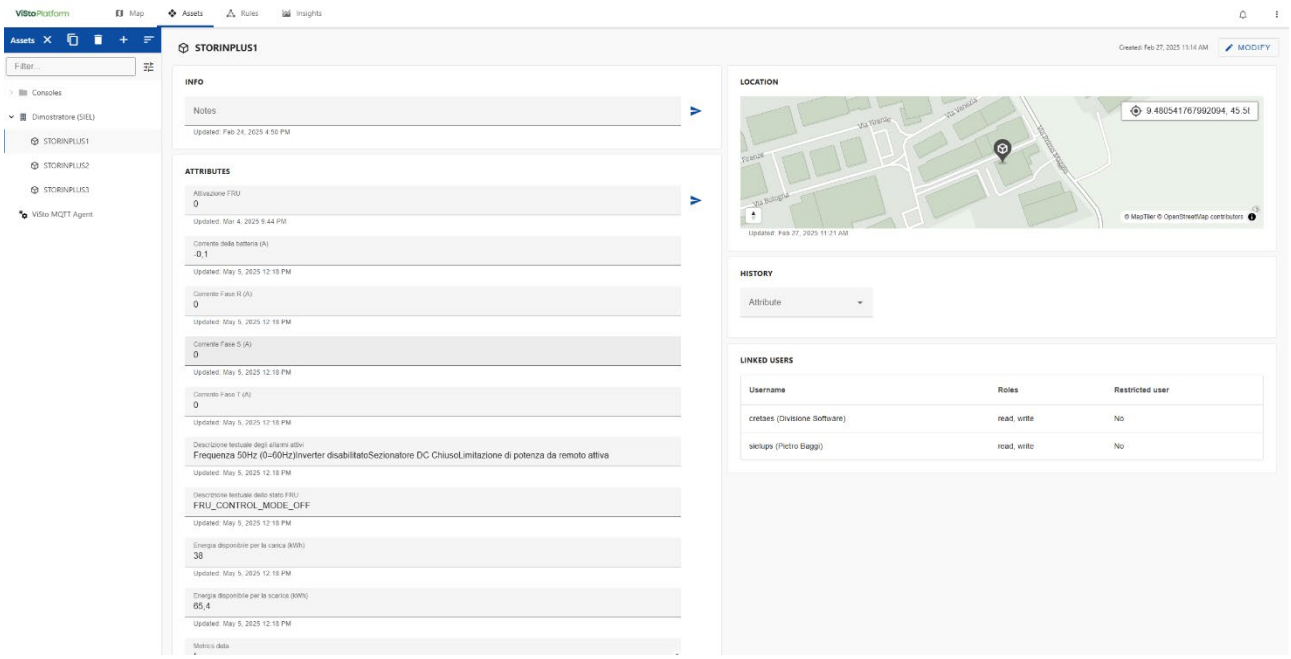

Figura 4. Assets- StorInPlus connessi

La schermata di dettaglio di ciascun dispositivo StorInPlus — accessibile selezionando il rispettivo asset nell'albero della sezione Assets — è la principale interfaccia di diagnosi e monitoraggio a livello di singolo dispositivo. La schermata è organizzata in cinque schede funzionali: INFO, ATTRIBUTES, LOCATION, HISTORY e LINKED USERS. Ciascuna scheda fornisce una prospettiva diversa sul dispositivo, passando dalle informazioni descrittive generali ai parametri tecnici in tempo reale, fino allo storico delle variazioni di stato nel tempo.

La scheda ATTRIBUTES è quella di utilizzo più frequente nelle operazioni quotidiane: essa mostra in tempo reale tutti i parametri operativi del dispositivo ricevuti tramite MQTT, includendo lo Stato di Carica (SOC), le correnti delle fasi, la frequenza di rete, lo stato dell'inverter e degli allarmi, la modalità di controllo FRU e l'energia disponibile per la carica e la scarica. La scheda HISTORY consente invece di ricostruire l'evoluzione temporale di questi parametri, fornendo il contesto necessario per un’analisi di anomalie o comportamenti inattesi.

- Parametri operativi di STORINPLUS — guida all'interpretazione

Parametro / Campo	Descrizione e Significato Operativo
SOC — State of Charge	Percentuale di carica residua delle batterie. Valori al di sotto del 10% o al di sopra del 90% attivano le regole di allarme configurate nella sezione Rules. Il range ottimale di esercizio è 20%-80% per preservare la vita utile delle batterie.
Corrente batteria	Corrente DC in ingresso (carica, valori positivi) o in uscita (scarica, valori negativi) dal pacco batterie. Il valore -0.1 A indica lo standby.
Correnti fasi R, S, T	Correnti AC sulle tre fasi del convertitore. Valori tutti a 0 A indicano che l'inverter non sta scambiando potenza con la rete in quel momento.
Stato inverter	Indica se il convertitore DC/AC è abilitato all'erogazione/assorbimento di potenza. Lo stato "disabilitato" è normale in assenza di comandi di setpoint attivi.
Stato sezionatore DC	"Chiuso" indica che il circuito DC tra batteria e convertitore è fisicamente chiuso e la batteria è in servizio.
Energia disponibile carica	Energia massima assorbibile in kWh prima di raggiungere il SOC limite superiore. Valore di riferimento: 38 kWh.
Energia disponibile scarica	Energia massima erogabile in kWh prima di raggiungere il SOC limite inferiore. Valore di riferimento: 65,4 kWh.
Limitazione potenza remoto	Se attiva, indica che la piattaforma ViSto ha imposto un limite alla potenza massima erogabile/assorbibile dal dispositivo.
FRU_CONTROL_MODE	Modalità di controllo per il servizio Fast Reserve: OFF = non attivo, ON = servizio abilitato e in attesa di trigger di frequenza.
Temperatura interna	Temperatura rilevata all'interno del cabinet (es. 27°C). Valori oltre 40°C devono essere monitorati attentamente per prevenire danni termici.

- Utilizzo della scheda HISTORY per la diagnosi

La scheda HISTORY è uno strumento prezioso per la diagnosi retrospettiva di anomalie. Se un allarme di SOC è stato attivato durante la notte, la navigazione nella history consente di ricostruire esattamente la sequenza di eventi che ha portato al superamento della soglia: velocità di variazione del SOC, eventuali variazioni brusche delle correnti di fase, e la risposta del sistema agli allarmi configurati.

DASHBOARD E ANALISI DEI DATI

Visualizzazione Grafica delle Prestazioni

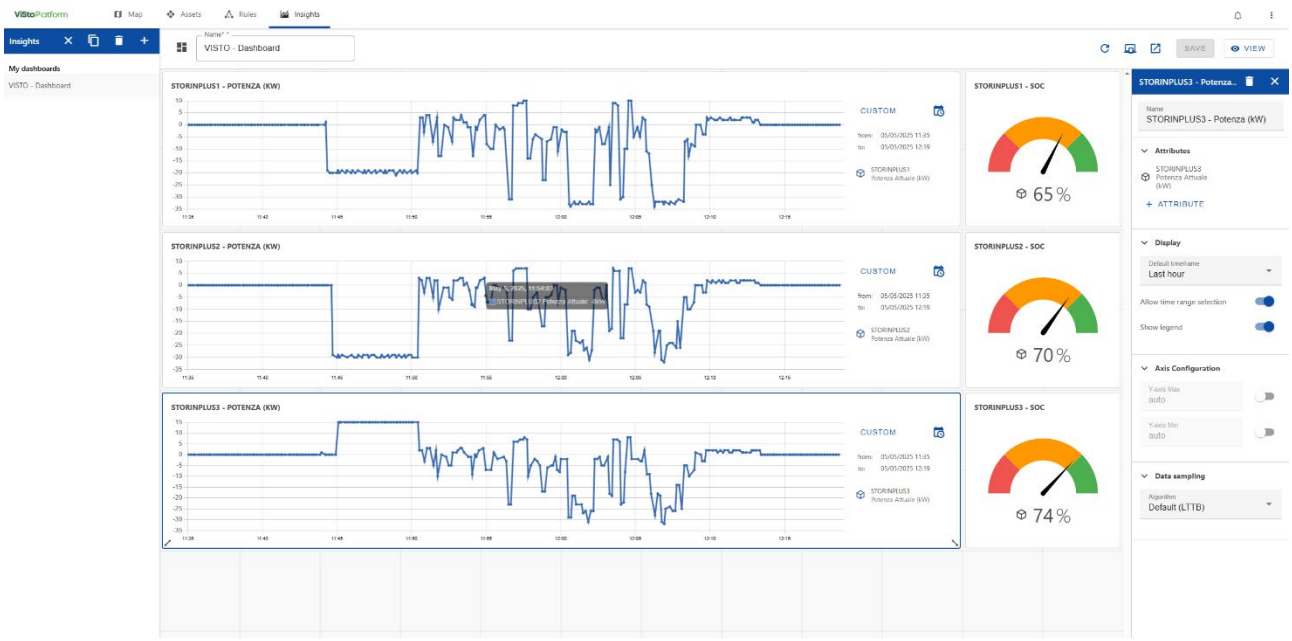

Figura 5. Potenze degli StorInPlus monitorati

La sezione Insights ospita la dashboard operativa principale della piattaforma, denominata "VISTO — Dashboard". Questa schermata rappresenta il punto di convergenza di tutti i parametri prestazionali dei tre sistemi StorInPlus, consentendo all'operatore di valutare con un'unica interfaccia l'andamento energetico del dimostratore nel suo complesso. La dashboard è organizzata per asset: per ciascun dispositivo StorInPlus viene visualizzato un grafico temporale della potenza attiva scambiata con la rete e un indicatore circolare dello Stato di Carica (SOC) corrente.

I grafici di potenza adottano una scala con range da +15 kW a -35 kW, dove i valori positivi rappresentano l'erogazione di potenza verso la rete (modalità scarica) e i valori negativi l'assorbimento dalla rete (modalità carica). Questa convenzione di segno è coerente con lo standard

di settore per la rappresentazione dei flussi di potenza nei sistemi di accumulo grid-connected. Gli indicatori circolari di SOC — rilevati al momento della sessione di riferimento rispettivamente al 65%, 70% e 74% per i tre dispositivi — offrono una lettura immediata del grado di carica disponibile per i servizi di rete.

- Lettura coordinata dei grafici di potenza e SOC

La lettura più efficace della dashboard richiede di osservare in modo coordinato il grafico di potenza e l'indicatore di SOC di ciascun dispositivo. Un grafico di potenza che mostra valori negativi prolungati (assorbimento) associato a un SOC in crescita indica che il dispositivo sta eseguendo un ciclo di carica pianificato. Viceversa, potenza positiva con SOC in diminuzione indica scarica in corso, tipicamente per erogare un servizio di Peak Shaving o rispondere a un evento di Fast Reserve. Discrepanze tra il comportamento atteso e quello osservato devono essere investigate nella sezione Assets

CONFIGURAZIONE REGOLE

Gestione degli Allarmi

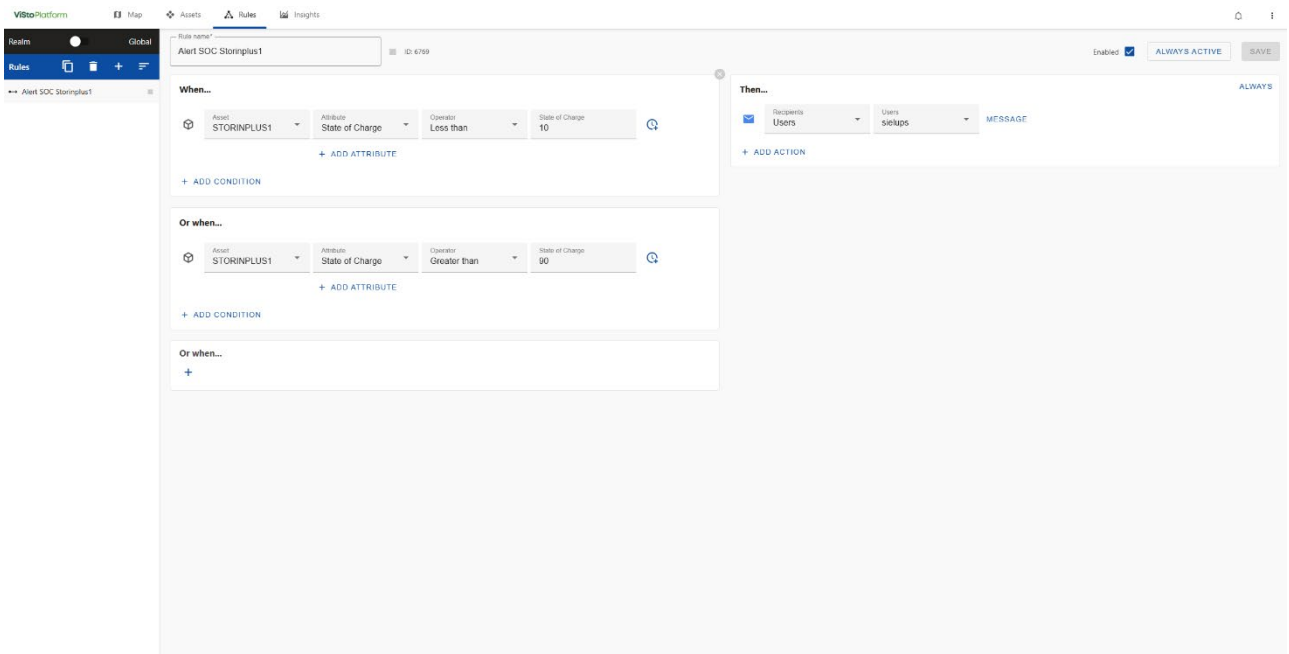

Figura 6. Rules- Allarme

La sezione Rules della piattaforma ViSto implementa un approccio automatico basato su eventi che consente di definire comportamenti reattivi del sistema in risposta al superamento di soglie operative

o al verificarsi di condizioni specifiche sugli attributi degli asset. Le regole sono strutturate secondo un paradigma dichiarativo "Quando... Allora..." (When... Then...) che rende intuitiva la configurazione anche per operatori non specializzati in programmazione.

Il meccanismo di regole è lo strumento principale attraverso cui la piattaforma ViSto garantisce la supervisione continua del sistema anche in assenza di personale operativo attivamente connesso. Una regola correttamente configurata agisce come un operatore automatico che vigila sui parametri critici 24 ore su 24, 7 giorni su 7, e notifica tempestivamente il personale competente al verificarsi di qualsiasi condizione anomala.

Struttura e Configurazione di una Regola

A titolo esemplificativo, la regola denominata "Alert SOC Storinplus1" illustra con efficacia l'architettura e le ampie facoltà di configurazione proprie dell'insieme di regole. Tale procedura garantisce il monitoraggio continuo dello Stato di Carica (SOC) del sistema STORINPLUS1, attivandosi tempestivamente qualora il valore scenda al di sotto della soglia del 10% — condizione critica che previene il rischio di scarica eccessiva — ovvero superi il limite del 90%, oltre il quale potrebbe verificarsi un'accelerazione del degrado elettrochimico delle celle. Al riscontro di tali scostamenti parametrici, il sistema esegue in modo deterministico l'azione definita nella sezione "Then", provvedendo all'invio automatizzato di una notifica all'utente sielups corredata da un messaggio personalizzato, volto a esplicitare la natura dell'anomalia rilevata e a supportare le necessarie attività di diagnostica.

La condizione ALWAYS ACTIVE indica che la regola è permanentemente in esecuzione senza vincoli temporali. La piattaforma consente tuttavia di configurare regole con validità limitata a fasce orarie specifiche o a giorni della settimana, una funzionalità utile per adattare il comportamento del sistema alle diverse condizioni operative attese nei vari periodi.

- Configurazione consigliata delle soglie SOC

Le soglie del 10% e del 90% configurate nella regola di esempio rappresentano i limiti operativi di protezione. Per ottimizzare la vita utile delle batterie, molti operatori configurano soglie di allarme più conservative (es. 15% e 85%), riservando le soglie estreme a condizioni di emergenza. Si consiglia inoltre di configurare allarmi distinti per la condizione di "SOC in rapida

diminuzione" (derivata negativa elevata), che può anticipare il superamento del limite inferiore con sufficiente anticipo da consentire un intervento preventivo.

- Canali di notifica disponibili

La sezione "Then" delle regole supporta notifiche verso gli utenti registrati sulla piattaforma, con messaggi personalizzabili per ciascun evento. In base alla configurazione del profilo utente, le notifiche possono essere recapitate tramite l'interfaccia web della piattaforma, via email o via SMS. Per eventi critici come il sotto-SOC, si raccomanda di configurare notifiche su canali multipli per garantire la presa in carico anche in caso di mancato accesso alla piattaforma web.

- Regole aggiuntive raccomandate

Oltre alla regola SOC illustrata, possono essere configurate per ciascun StorInPlus le seguenti regole operative: (1) Allarme temperatura interna superiore a 40°C; (2) Allarme disconnessione agente MQTT (attributo stato agente ≠ CONNECTED per più di 5 minuti); (3) Allarme potenza erogata fuori range rispetto al setpoint impartito (errore di tracking superiore all'1%); (4) Notifica attivazione automatica Fast Reserve (variazione FRU_CONTROL_MODE da OFF a ON). Questo set di regole garantisce una copertura completa degli scenari operativi più critici.

FLUSSI DI LAVORO

Configurazione Avanzata dei Flussi di Lavoro

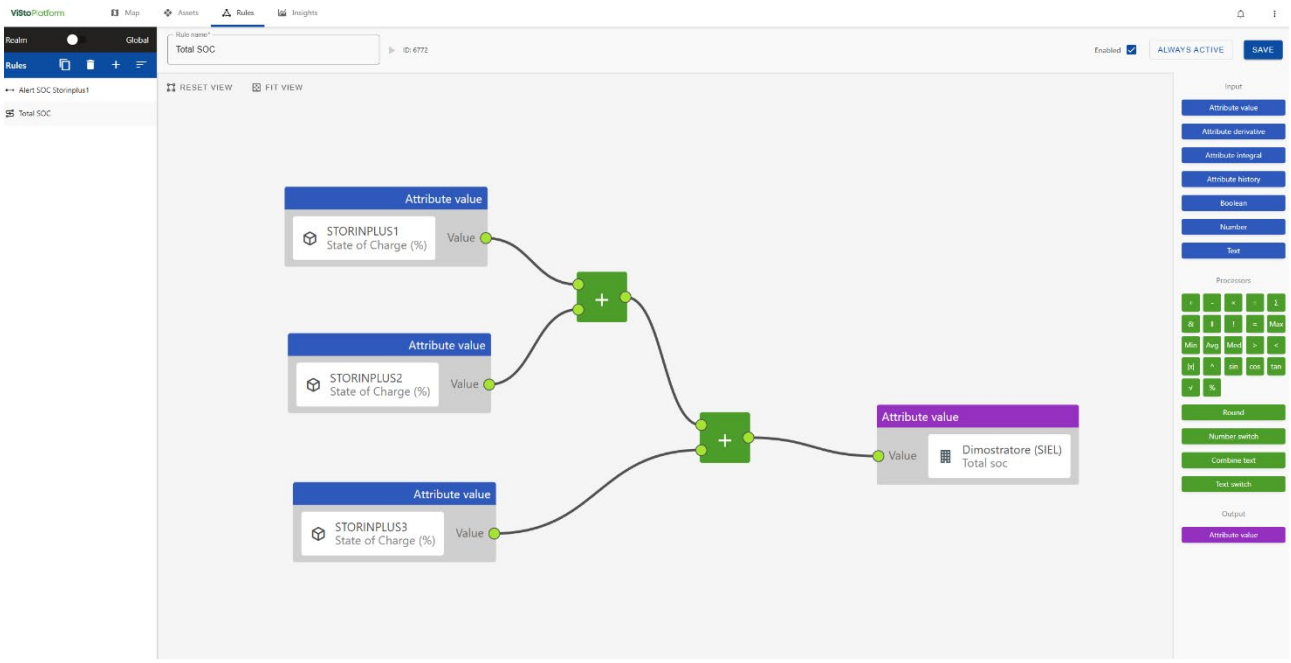

Figura 7. Flusso di operazioni tra StorInPlus

La sezione Workflows della piattaforma ViSto offre un ambiente di programmazione visuale per la creazione di pipeline di elaborazione dati, consentendo di definire trasformazioni complesse sui valori degli attributi degli asset senza necessità di competenze di programmazione avanzate. L'interfaccia è basata su un paradigma a blocchi connessi: ciascun blocco rappresenta un'operazione elementare — acquisizione di un valore, trasformazione matematica, output verso un attributo aggregato — e le connessioni tra blocchi definiscono il flusso dei dati attraverso la pipeline.

Il flusso di lavoro "Total SOC" illustra concretamente il meccanismo di funzionamento: tre blocchi di input (rappresentati in blu) acquisiscono in parallelo il valore dello Stato di Carica dai tre dispositivi STORINPLUS1, STORINPLUS2 e STORINPLUS3; un blocco operatore matematico di tipo somma (rappresentato in verde) aggrega i tre valori; e un blocco di output (rappresentato in viola) scrive il risultato come attributo "Total SOC" sull'asset aggregatore del dimostratore SIEL. Questo valore composito è immediatamente disponibile per la visualizzazione in dashboard o per il trigger di regole di automazione basate sulla capacità complessiva del parco di accumulo.

- Interpretazione del flusso "Total SOC"

Il valore "Total SOC" prodotto dal flusso non rappresenta la media del SOC dei tre dispositivi, bensì la loro somma. Questo valore esprime la carica totale aggregata disponibile nel parco di accumulo, ed è particolarmente utile per valutare la capacità residua del sistema nel suo complesso ai fini della partecipazione ai servizi di rete. Per ottenere il SOC medio del parco, è sufficiente aggiungere un blocco di divisione per 3 a valle del blocco di somma, producendo un attributo "Average SOC" che si presta meglio al confronto con le soglie operative individuali.

Palette delle funzioni disponibili

La palette delle funzioni disponibili nel motore di workflow è organizzata per categorie funzionali. Gli operatori di input consentono di acquisire il valore corrente di un attributo (Attribute value), la sua derivata temporale (derivative), l'integrale nel tempo (integral) o i valori storici (history). I tipi di dati primitivi — Boolean, Number e Text — consentono di inserire costanti nella pipeline. I processori matematici e logici includono le quattro operazioni aritmetiche fondamentali, le funzioni statistiche Min, Max, Avg (media) e Med (mediana), e funzioni avanzate di formattazione e conversione del formato dei dati.

La disponibilità di operatori di derivata e integrale è di particolare rilevanza per le applicazioni energetiche: la derivata del SOC nel tempo fornisce un indicatore della velocità di carica o scarica in un dato momento, informazione utile per rilevare comportamenti anomali del dispositivo; l'integrale della potenza nel tempo consente invece di calcolare direttamente l'energia scambiata in un intervallo, una metrica fondamentale per la rendicontazione dei servizi ancillari erogati.

- Limitazioni e best practice nel design dei workflow

I flussi di lavoro vengono eseguiti in modo sincrono al ritmo degli aggiornamenti degli attributi di input. In presenza di attributi aggiornati a frequenze diverse (es. SOC ogni 10 secondi e temperatura ogni 60 secondi), il nodo di output verrà aggiornato alla frequenza del nodo di input più lento. Per evitare comportamenti inattesi, si raccomanda di costruire flussi di lavoro che combinino attributi con frequenze di aggiornamento simili. In caso di pipeline complesse (più di 5 nodi concatenati), è buona pratica documentare la logica in un commento sul nodo di output.

CONCLUSIONI

La piattaforma ViSto si configura come uno strumento operativo completo e maturo per il monitoraggio, la gestione e l'automazione dei sistemi di accumulo energetico nel contesto del progetto ViStoFaRe. La presente scheda tecnica ha documentato le funzionalità effettivamente rilasciate e collaudate nell'ambito della LA 5.3, attestando la piena operatività della Piattaforma ViSto sul dimostratore SIEL.

Le quattro aree funzionali principali — la visualizzazione geografica della sezione Map, la gestione di dettaglio della sezione Assets, l'automazione basata su eventi della sezione Rules e l'analisi delle prestazioni della sezione Insights — costituiscono un sistema integrato e coerente che supporta l'intero ciclo operativo del personale di supervisione: dalla verifica rapida dello stato del sistema in apertura di turno, all'analisi approfondita di eventi passati, fino alla configurazione di comportamenti automatizzati che garantiscono la continuità della supervisione anche in assenza di operatori connessi.

Il gestore di workflow rappresenta la funzionalità a maggiore potenziale evolutivo della piattaforma: la capacità di costruire pipeline di elaborazione dati complesse senza codice apre la strada a scenari di automazione sempre più sofisticati, che potranno essere esplorati nelle fasi successive del progetto per ottimizzare ulteriormente la gestione del dimostratore e la partecipazione ai mercati dei servizi ancillari.

- Prossimi sviluppi

  Sulla base dell'esperienza operativa acquisita con il dimostratore SIEL, si pianifica di sviluppare per la piattaforma del progetto nella fase successiva: (1) integrazione di un modulo di previsione del SOC basato su Machine Learning per supportare la pianificazione Day-Ahead; (2) sviluppo di una dashboard dedicata alla rendicontazione automatica dei servizi ancillari erogati (kWh di Fast Reserve, cicli di Peak Shaving); (3) implementazione di regole di automazione per la riconfigurazione automatica dei setpoint in caso di guasto di uno dei tre StorInPlus; (4) aggiunta di un'interfaccia mobile-responsive per il monitoraggio da dispositivi in campo.

APPENDICE — GLOSSARIO DEI PARAMETRI OPERATIVI

Il seguente glossario raccoglie i parametri operativi della piattaforma ViSto, con indicazione del loro significato tecnico e delle unità di misura. Il glossario è destinato agli operatori che si avvicinano per la prima volta alla piattaforma e agli stakeholder non tecnici che necessitano di un riferimento rapido durante la lettura dei report operativi.

Parametro / Campo	Descrizione e Significato Operativo
SOC (State of Charge)	Percentuale di carica residua delle batterie rispetto alla capacità nominale. Espresso in %. Range operativo ottimale: 20%-80%.
SOH (State of Health)	Indicatore del grado di invecchiamento delle batterie. 100% = batterie nuove; valori inferiori all'80% indicano degradazione significativa.
FRU Control Mode	Modalità di controllo del servizio Fast Reserve: OFF = servizio non attivo; ON = servizio abilitato e in attesa di trigger di frequenza.
Energia disponibile carica	Energia massima assorbibile in kWh prima di raggiungere il SOC limite superiore configurato.
Energia disponibile scarica	Energia massima erogabile in kWh prima di raggiungere il SOC limite inferiore configurato.
Sezionatore DC	Interruttore principale del circuito DC tra pacco batterie e convertitore. Stato "chiuso" = sistema in servizio.
MQTT Agent Status	Stato della connessione dell'agente di comunicazione al broker MQTT. CONNECTED = operativo; DISCONNECTED = anomalia da verificare.
Client ID MQTT	Identificatore univoco dell'agente MQTT presso il broker. Non deve essere duplicato in altri client.
Limitazione potenza remoto	Flag che indica se la piattaforma ViSto ha imposto un limite alla potenza massima del dispositivo tramite setpoint remoto.
Temperatura interna	Temperatura rilevata all'interno del cabinet del dispositivo. Soglia di attenzione: 40°C; soglia critica: 50°C.
Total SOC (workflow)	Somma dei valori SOC dei tre StorInPlus. Indica la carica totale aggregata disponibile nel parco di accumulo del dimostratore.