

"MONITORAGGIO ENERGETICO ED AMBIENTALE"

STUDIO DI FATTIBILITA' PIATTAFORMA METERING

Infrastruttura fisica e di rete [EDGE E CLOUD LAYER]

Codice rapporto:

C2_Infrastruttura-Fisica-Rete_EDGE-CLOUD-LAYER_COTRAL_0

Prepared by:

Federico Grione

Nella tabella che segue sono indicate le revisioni del documento.

Documento: **C2_Infrastruttura-Fisica-Rete_EDGE-CLOUD-LAYER_COTRAL_0**

Date	Version	Provided	Review	Approved	Main Changes
19/07/2022	01	FG	FG	FG	Prima emissione

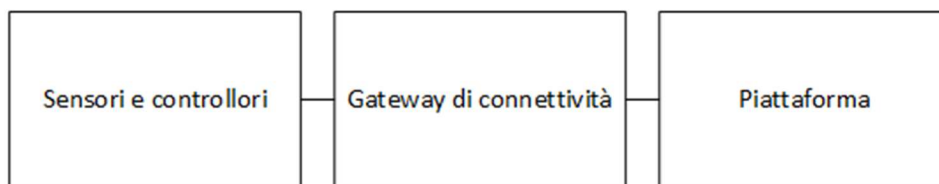
Indice

Indice	3
1 Criteri di valutazione di una soluzione di Smart Building	4
2. Schema generale di architettura Data Driven	6
2.2 Message Broker	7
2.3 Device Provisioning	7
2.4 Artificial Intelligence (AI)	8
2.5 Machine Learning (ML)	8
2.6 Data Aggregation	9
2.7 Data Explorer/Relational Database	9
2.8 Dashboarding	10
3 Integrazione con sistemi esistenti	11

1 Criteri di valutazione di una soluzione di Smart Building

I layer principali in un'architettura IoT per smart buildings sono principalmente tre:

- FIELD LAYER: Layer di sensori e controllori che fornisce l'interfaccia fisica con l'ambiente e fornisce le misure delle grandezze fisiche da monitorare,
- EDGE LAYER: Gateway di connettività,
- PLATFORM LAYER: Layer di piattaforma che raccoglie i dati, li presenta e rappresenta l'intelligenza dell'impianto.



Nella maggior parte delle casistiche il FIELD LAYER deve essere specificamente ritagliato in funzione dell'edificio in quanto ci sono molti fattori da tenere in considerazione.

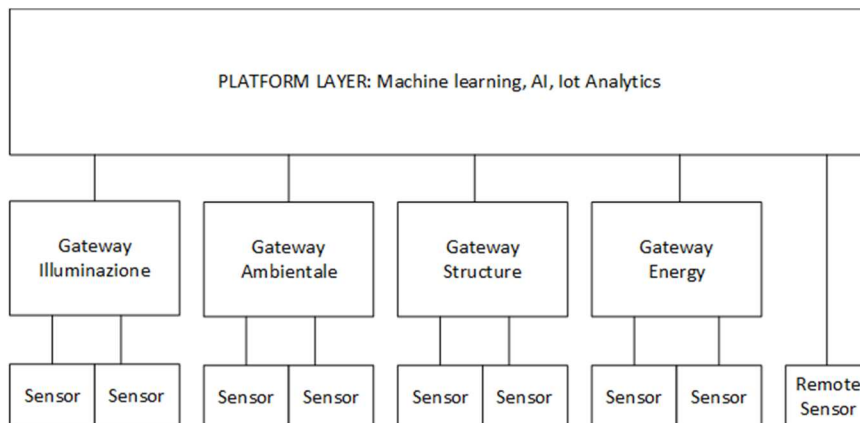
Ad esempio, i sensori cablati sono tendenzialmente più economici ma molto più invasivi da installare quindi tendenzialmente sono più indicati in edifici nuovi o in fase di ristrutturazione.

Un'alternativa sono i sensori wireless che si appoggiano a infrastrutture di reti esistenti (Ethernet o Wi-Fi) e possono comunicare attraverso protocolli come, ad esempio, OPC-UA o MODBUS verso un gateway nella stessa rete, oppure con protocolli come Https, AMQP o MQTTs verso un gateway esposto anche potenzialmente su Internet.

In alternativa ci sono sensori che utilizzano protocolli di comunicazione Wireless su reti dedicate, come ad esempio LoRa. Ciascun tipo di comunicazione wireless presenta vantaggi e svantaggi, nel caso di LoRa un vantaggio è che la comunicazione può essere fatta anche su lunghe distanze e permette di gestire sensori lontani tra loro, lo svantaggio è che non permette l'invio di una elevata quantità di dati.

Infine, esistono sensori con connettività NB-IOT che hanno una connettività tramite SIM, l'applicazione di questa tipologia di sensori è per monitorare aree isolate in cui non è vantaggioso fare una rete di sensori.

L'EDGE LAYER rappresenta il punto cruciale dell'infrastruttura, infatti la scelta del gateway, della connettività, dei protocolli di comunicazione e la dislocazione della piattaforma sono fattori cruciali nel valutare un'architettura IoT per smart buildings in quanto sono i punti in cui la soluzione è esposta per permettere lo scambio di informazioni tra il layer fisico e la piattaforma.



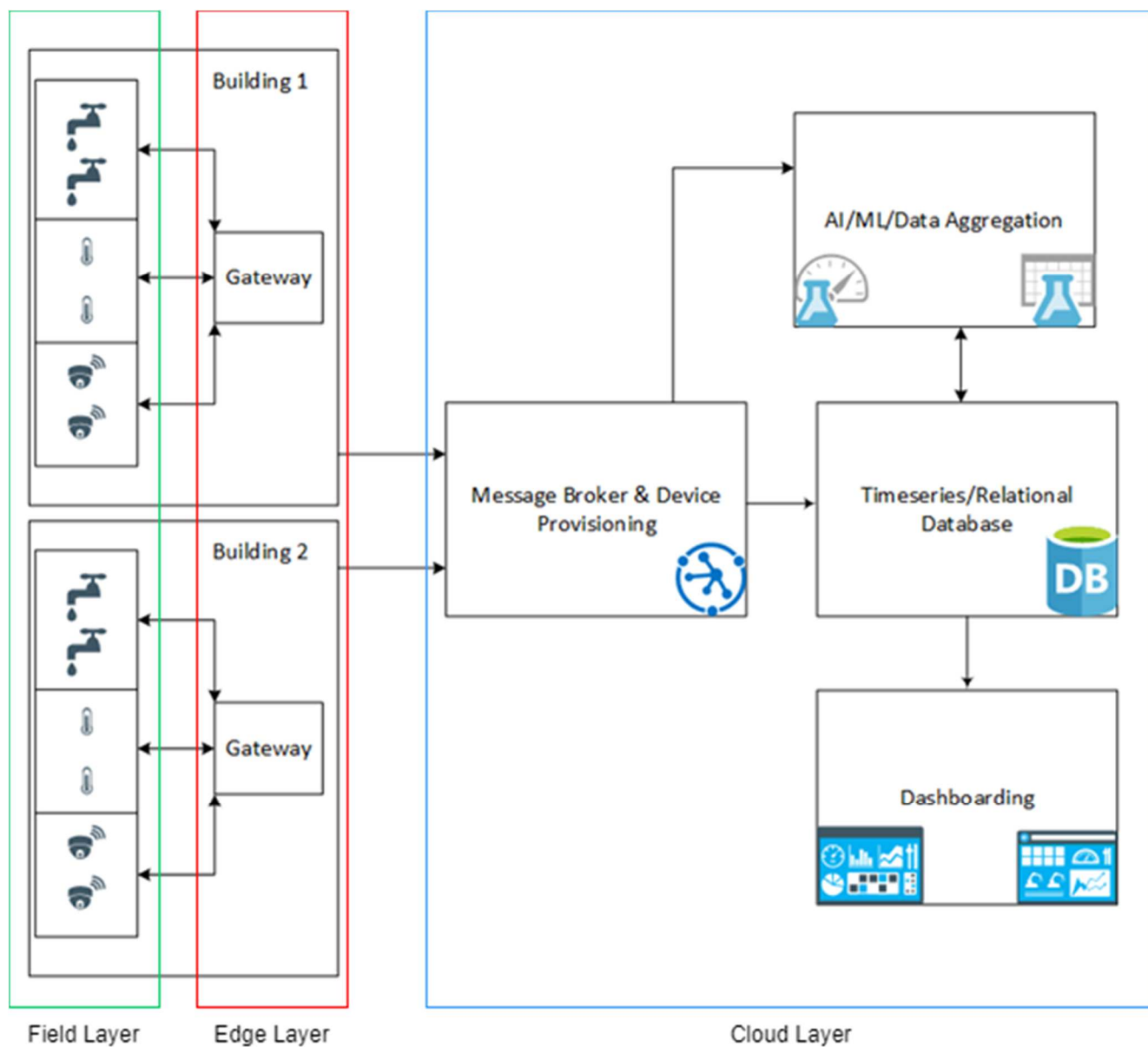
In una soluzione per lo smart building spesso è necessario avere un'eterogeneità di gateway in modo da integrare diversi sistemi utilizzando un gateway specializzato per la tipologia di sensore. Il funzionamento base dei sensori è sotto controllo del gateway, che nella sua funzionalità più basilare si comporta in modo trasparente limitandosi ad inoltrare l'informazione alla piattaforma. Esistono anche gateway più evoluti che sono in grado di reagire ad eventuali dati ricevuti dal campo attuando un'azione e garantendo così un ciclo di controllo breve che ottimizza il tempo di applicazione della soluzione rilevata. I sensori più avanzati, che normalmente utilizzano protocolli come MQTTS e AMQP e possiedono connettività NB-IOT non obbligatoriamente necessitano di gateway di campo ma possono interfacciarsi direttamente con la piattaforma.

L'intelligenza effettiva però di una soluzione per lo smart building sta nella piattaforma ed è dove le nuove tecnologie come AI e Machine Learning possono essere introdotte e sfruttate.

Le basi di un'intelligenza applicate allo smart building è la correlazione di dati provenienti da sensori diversi in modo da fornire una visione d'insieme, questo aspetto spesso viene collegato ai cosiddetti “digital twins”. Un digital twin è una replica virtuale di risorse fisiche, potenziali ed effettive equivalenti a oggetti, processi, persone, luoghi, infrastrutture, sistemi e dispositivi.

La visione d'insieme fornita dal digital twin corredato ad informazioni come, ad esempio, la schedulazione delle ferie, la fascia oraria o addirittura il tempo meteorologico permette di stabilire delle regole o policy da parte degli specialisti che utilizzano la piattaforma che vadano a generare allarmi relativi alla manutenzione o addirittura azioni che permettono risparmio energetico o prevenzione dei malfunzionamenti.

2. Schema generale di architettura Data Driven



2.1 Field layer

Il field layer è quella porzione di architettura che si occupa dell'edificio stesso, fanno dunque parte di esso tutti i sensori, gli attuatori, i microcontroller e in generale ogni dispositivo installato e atto a monitorare o a eseguire un'azione all'interno dell'edificio.

Ciascun edificio ha poi installato uno o più gateway IoT che si occupano dell'invio dei dati raccolti dai sensori verso l'endpoint Cloud che si occupa del processo di data ingestion.

2.2 Message Broker

Un message broker è una tecnologia che mette in comunicazione dispositivi con protocolli di comunicazione diversi.

Per fare ciò il message broker si occupa di tradurre i messaggi da un protocollo ad un altro, permettendo ai dispositivi di comunicare direttamente utilizzando ognuno il proprio protocollo nativo.

Generalmente sono moduli software che operano come middleware e forniscono agli sviluppatori un modo standardizzato di movimentazione dati, permettendo così di concentrare lo sviluppo sulla logica dell'applicazione.

Un message broker si occupa di validare, effettuare operazioni di routing e consegna dei messaggi alle corrette destinazioni, può essere utilizzato come intermediario tra applicazioni diverse.

Il message broker permette di gestire pipeline separate per ciascun tipo di dispositivo, i messaggi in arrivo sono salvati fino quando non vengono elaborati; permette inoltre di avere servizi diversi che elaborano parallelamente lo stesso messaggio, per raggiungere questo scopo il message broker si occupa di mantenere una sua sottostruttura chiamata coda di messaggi (message queue) che si occupa di salvare e ordinare temporaneamente i messaggi fino quando l'applicazione destinataria non li utilizza. In questa coda i messaggi vengono salvati nell'ordine esatto di ricezione al fine di mantenere l'ordine temporale; questo sistema perciò è anche responsabile dei primi salvataggi dei dati in arrivo.

Esistono diversi modelli di distribuzione dei messaggi, i principali sono:

1. Punto a punto: questo tipo di distribuzione utilizza una coda di messaggi con un tipo di relazione 1-1 tra chi invia e chi riceve il messaggio. Ogni messaggio nella coda è inviato ad un destinatario e utilizzato una volta sola.
2. Publish/Subscribe: questo tipo di distribuzione utilizza degli argomenti (o topic) e chi crea il messaggio lo invia all'argomento voluto. I destinatari poi si iscrivono ad un argomento e ciascun destinatario riceve una copia del messaggio. La relazione in questo caso è di tipo 1-molti

La scelta di un modello rispetto all'altro dipende dal tipo di applicazione e servizio con cui si va a comunicare.

2.3 Device Provisioning

Questo servizio Cloud si occupa di aggiungere i dispositivi che si trovano nel field layer all'infrastruttura Cloud e provvedere all'autenticazione.

Per fare ciò si utilizzano tre tecniche principalmente:

- Utilizzo di certificati: questo è il metodo più semplice per effettuare il processo, utilizza infatti dei certificati creati dal gestore dell'ERP (Enterprise Resource Planning) oppure da un Certificate Authority, questi certificati sono poi installati sui dispositivi che così ottengono accesso alle risorse del sistema e possono comunicare

- Utilizzo di moduli TPM: questo tipo di provisioning sfrutta un modulo TPM (Trusted Platform Module) che contiene una chiave di verifica, questa chiave di verifica è unica per ciascun dispositivo e viene utilizzata per creare una chiave pubblica. Questa chiave pubblica viene verificata dal backend Cloud che poi consente oppure nega l'accesso alle risorse del sistema.
- SAS Token: questo tipo di provisioning utilizza un token per garantire accesso a specifiche risorse. Questo tipo di accesso sfrutta un URL e il token per verificare se si ha accesso alla risorsa. Il token può essere generato per ogni dispositivo, in più si possono andare a definire dettagli quali: periodo di validità del token, indirizzi IP validi, permessi specifici (lettura, scrittura, operazioni CRUD), tipo di oggetti accessibili e tipo di protocollo utilizzabili.

Nel caso un dispositivo sia compromesso l'infrastruttura Cloud provvede a revocare l'autorizzazione al dispositivo.

2.4 Artificial Intelligence (AI)

L'intelligenza artificiale è quella parte del sistema che si occupa della parte decisionale al fine di risolvere problemi specifici che normalmente richiedono l'uso di intelligenza umana.

Un'intelligenza artificiale non è nient'altro che un software che punta a simulare la capacità di problem solving tipica dell'essere umano.

Nel caso preso in esame il problema principale da risolvere è il raggiungimento della "carbon neutrality": al fine di raggiungere tale obiettivo una macchina necessita di una grande mole di dati su cui poi costruire un modello tramite il quale effettuare simulazioni ed avere così previsioni e su di esse pianificare le azioni e soluzioni da intraprendere per ridurre al minimo le emissioni di CO2.

Per raggiungere questo obiettivo, dunque, si andranno ad intraprendere due azioni principali:

- Riduzione tramite ottimizzazione delle emissioni attuali
- Introduzione di migliorie e nuove tecnologie per incrementare l'efficienza energetica

L'intelligenza artificiale si occuperà quindi di tutti gli aspetti riguardanti la gestione dell'edificio fornendo soluzioni per ridurre le emissioni ed i consumi dell'edificio stesso oltre che informare e riportare eventuali anomalie e problemi.

Sfruttando l'intelligenza artificiale si può inoltre, in base ai dati in ingresso, effettuare la pianificazione di interventi al fine di prevenire problemi relativi all'edificio stesso (preventive maintenance)

2.5 Machine Learning (ML)

Il machine learning è una sotto branca dell'intelligenza artificiale adibita ad utilizzare i dati per rispondere a domande.

Da questa definizione si può già capire che il processo di machine learning si divide in due fasi:

1. Acquisizione dati
2. Elaborazione dei dati

L'acquisizione dati viene utilizzata per produrre un modello con cui l'intelligenza artificiale farà training ed infine le risposte, ovvero le predizioni, di tale modello saranno restituite.

Più i dati aumentano più il modello sarà accurato, quindi le risposte saranno maggiormente attendibili e di miglior qualità.

Esistono 3 tipi di algoritmi utilizzati per il machine learning:

1. Supervisionato: utilizza una classificazione applicata ai dati per effettuare le predizioni

2. Non supervisionato: in questo caso i dati non sono classificati e si usano degli algoritmi per trovare pattern e caratteristiche all'interno dei dati
3. Apprendimento rafforzato: in questo tipo di algoritmo un utente o una moltitudine di utenti danno riscontri alla macchina che in base agli input ricevuti costruiscono una risposta adeguata.

I servizi di Intelligenza Artificiale e Machine Learning possono essere integrati in Cloud dove le risorse utilizzate vengono pagate con la modalità "a consumo".

2.6 Data Aggregation

Questo processo si occupa unificare tutti i dati in ingresso provenienti da sorgenti multiple; per fare ciò i dati grezzi sono raccolti, scremati ed organizzati, su questi poi vengono eseguite operazioni quali la creazione di statistiche e operazioni di conteggio, somma, calcolo della media, minimi e massimi. I risultati ottenuti poi vengono utilizzati in report o visualizzati al fine di trovare informazioni utili per effettuare ottimizzazioni.

Per fare ciò vengono utilizzati degli aggregatori di dati: tali aggregatori salvano i dati utilizzando una forma di salvataggio chiamata "atomic data" che garantisce l'utilizzo del minor spazio di archiviazione possibile al fine di ridurre i costi.

Il processo di aggregazione avviene in tre fasi principali:

1. Raccolta dati: i dati grezzi provenienti dalle diverse sorgenti vengono raccolti e salvati utilizzando il modello di "atomic data",
2. Processamento: i dati vengono "puliti" e solo i dati che interessano il processo vengono poi utilizzati, questa fase comprende anche lo scarto di valori, correzione di eventuali errori, formattazione del dato,
3. Presentazione: i dati aggregati vengono poi visualizzati in un formato leggibile come grafici e statistiche.

Generalmente, in fase di presentazione, le due grandezze principali con cui vengono rapportati i dati sono tempo e spazio.

I dati aggregati vengono infine analizzati al fine di ottimizzare processi o individuare problemi e prendere decisioni su come risolverli.

2.7 Data Explorer/Relational Database

I database relazionali sono il cuore del sistema di raccolta dati: qui, infatti, il dato viene salvato.

Queste soluzioni si occupano di salvare e conservare il dato, il quale poi andrà utilizzato in diversi contesti dai sistemi di elaborazione quale ad esempio la presentazione all'utente finale tramite grafici.

Tramite questi sistemi è possibile analizzare le informazioni in tempo reale, confrontare i dati cronologici e rilevare le anomalie.

In base a queste prime analisi si passa poi ad effettuare una modellazione predittiva e a confrontare i risultati prestabiliti con il modello al fine di ottenere il risultato desiderato.

2.8 Dashboarding

Le dashboard sono il principale strumento con cui visualizzare i dati raccolti.

Lo scopo principale di una dashboard è quello di raccontare una storia a partire dai dati raccolti.

La particolarità di una dashboard è la sua capacità di essere interattiva e reagire al cambiamento dei dati che si vogliono visualizzare, inoltre un report può essere modificato dall'utente a seconda delle esigenze.

Per creare una dashboard efficace generalmente si eseguono diversi passi, tra cui i principali sono:

1. Raccolta dei requisiti: in base allo scopo si creano degli obiettivi da visualizzare, si tiene inoltre presente il tipo di pubblico a cui si andrà a far visualizzare la dashboard al fine di massimizzare i risultati,
2. Ideazione: si definisce una idea generale della dashboard desiderata e si sviluppa un primo prototipo,
3. ETL (Extract, Transform, Load): questa fase si occupa del dato,
 - a. in particolar modo dopo aver a disposizione una base di dati "pulita" si passa ad effettuare il processo di estrazione dei dati importanti per il raggiungimento dello scopo,
 - b. se necessario i dati vengono trasformati e messi in relazione ad altre grandezze,
 - c. una volta completato questo processo i dati sono pronti per essere caricati nella dashboard,
4. Costruzione della dashboard: qui si effettua la creazione della dashboard vera e propria connettendo i dati ottenuti dal processo ETL con l'interfaccia utente,
5. Testing e QA: dopo aver creato il primo prototipo di dashboard si passa finalmente a testare il sistema ed effettuare il controllo qualità,
6. Creazione documentazione: a partire dalla dashboard finalmente si possono creare documenti utili ad inquadrare e risolvere il problema,
7. Lancio finale della dashboard.

3 Integrazione con sistemi esistenti

Eventuali sistemi già presenti negli edifici possono essere integrati utilizzando le tecnologie già citate.

I sistemi Schneider COM'X e Intellienergy®tech già segnalati dall'azienda possono essere integrati utilizzando infatti:

- API (Application Programming Interface)
- Utilizzando Modbus + un gateway IoT

Uno studio di integrazione andrà fatto per eventuali altri impianti presenti o di futura installazione. In linea di massima l'integrazione all'interno di una piattaforma di Metering e Energy Monitoring risulterà tanto più semplice, quanto più tali sottosistemi utilizzeranno tecnologie e protocolli di comunicazione tra quelli elencati e/o supportati. Uno studio particolareggiato dovrà essere dedicato ai sottosistemi che utilizzino tecnologie proprietarie e/o altri sistemi “chiusi” di scambio informazioni.