



# UNIVERSITÀ DI PISA

## DOCUMENTAZIONE TECNICA PROGETTO BASI DI DATI

**Sviluppatori:**

Alex Moriconi - [a.moriconi9@studenti.unipi.it](mailto:a.moriconi9@studenti.unipi.it)

Lorenzo Valtriani - [l.valtriani2@studenti.unipi.it](mailto:l.valtriani2@studenti.unipi.it)

**Anno Accademico:**

2020-2021

**Corso:**

Ingegneria Informatica

**Versione:**

1.1

# INDICE DEI CONTENUTI

<b>Glossario</b>	<b>3</b>
<b>Progettazione concettuale - Diagramma E/R</b>	<b>5</b>
<b>Area Generale</b>	<b>5</b>
Accounting	5
Topologia dell'edificio	6
<b>Area Dispositivi</b>	<b>7</b>
Dispositivi e Smart-Plug	7
<b>Area Energia</b>	<b>9</b>
Sorgenti Energetiche Contabilizzazione e Uso dell'Energia	9
Area Confort	11
Trattamento Aria	11
Smart Lighting	12
<b>Area Sicurezza</b>	<b>13</b>
Accessi e Intrusioni	13
Serramenti	14
<b>Area Log</b>	<b>15</b>
Memorizzazione e storizziazione dei dati.	15
<b>Diagramma E/R Ristrutturato</b>	<b>16</b>
Punto di Accesso & Programma:	16
Dispositivo:	17
Impostazioni Condizionamento:	18
<b>Tavola dei Volumi</b>	<b>19</b>
<b>Operazioni Significative</b>	<b>23</b>
<b>Analisi delle prestazioni delle operazioni</b>	<b>23</b>
Prima operazione	24
Seconda operazione	28
Terza operazione	30
Quarta operazione	32
Quinta Operazione	34
Sesta operazione	38
Settima operazione	39
Ottava Operazione	41
<b>Modello Logico</b>	<b>44</b>
Vincoli Integrità Referenziale	45
Normalizzazione	47
Check	50
Trigger	51
<b>Analytics Funcion</b>	<b>52</b>
Regole di Associazione tra colori delle luci	52
Ottimizzazione Consumi Energetici	59

# Glossario

In questa sezione verranno specificati, affrontati e esplicati tutti i termini specifici ricorrenti all'interno della documentazione, allo scopo di eliminare qualsivoglia fraintendimento lessicale.

Termino	Descrizione	Sinonimi
Registro	Nome usato per identificare un'entità impiegata per registrare varie interazioni che ogni persona effettua volontariamente o meno, rispetto ad una specifica zona, ambiente, dispositivo della casa. .	Log, Lista
Utente	Utilizzatore accreditato dell'applicazione "MySmartHome"	User, Abitante, Persona
Domanda	Domanda a cui l'utente risponde al momento della registrazione, e che verrà utilizzata nel momento della reimpostazione della password...	Quesito
Stanza	Atomico ambiente dell'edificio.	Locale, Ambiente, Vano
Punto di Accesso	Varco che consente di collegare due differenti stanze o una stanza e un ambiente esterno all'edificio. Sono classificati punti di accesso anche le finestre, anche se non sono propriamente percorribili.	Accesso, Via, Varco, Porta
Climatizzatore	Dispositivi, il quale scopo è la gestione della temperatura e dell'umidità nelle stanze.	Elemento di condizionamento, condizionatore, termosifone.
Luce	Dispositivo elettrico che emette luce.	Lampadine, Lampada, Led
Intrusione	Accesso di una persona non registrata nell'edificio.	Penetrazione, Effrazione
Accesso	Accesso di un utente registrato all'interno dell'edificio	Entrata, Ingresso
Serramento	Strutture che rendono più resistenti a possibili intrusioni, vari accessi della casa	Inferriata, Chiusura

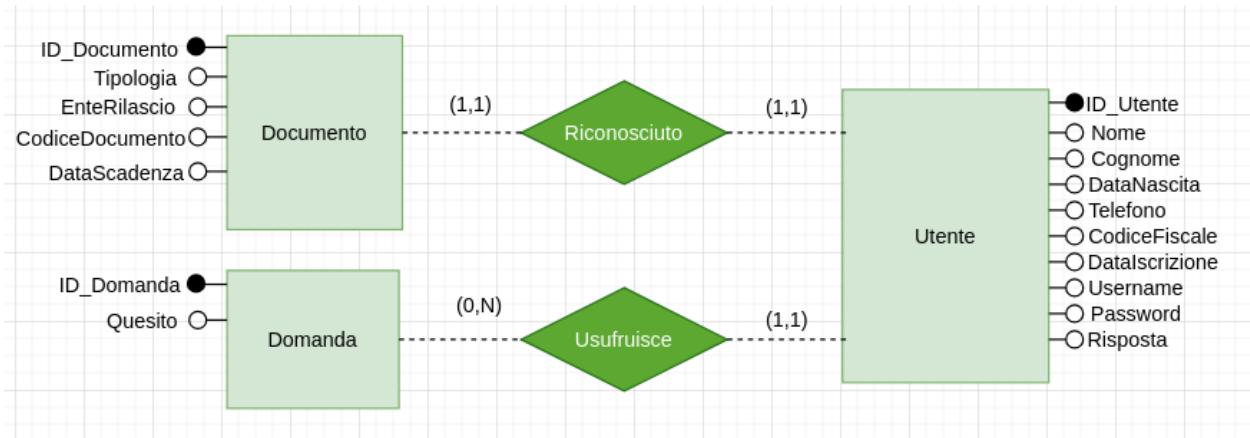
Smart Plug	Dispositivo elettronico connesso al sistema della smart house, che arricchisce di funzionalità, un qualsivoglia dispositivo come: controllo remoto, monitoraggio, consumi, accensioni differite, etc..	
Dispositivo	Oggetto elettrico o elettronico: lavatrice, forno, macchina del caffè, etc...	Apparecchiatura elettronica, congegno
Programma	Impostazione specifica del funzionamento di uno specifico dispositivo. Ne sancisce parametri di funzionamento, e altri attributi caratteristici.	Impostazione

# Progettazione concettuale - Diagramma E/R

All'interno delle prossime sezioni saranno discusse e sostenute le differenti parti che compongono il diagramma E/R, output fondamentale del processo di progettazione concettuale. Al fine di migliorare la leggibilità ed il confronto con la documentazione di sviluppo fornita ci utilizzeremo le stesse suddivisioni tematiche.

## Area Generale

### Accounting

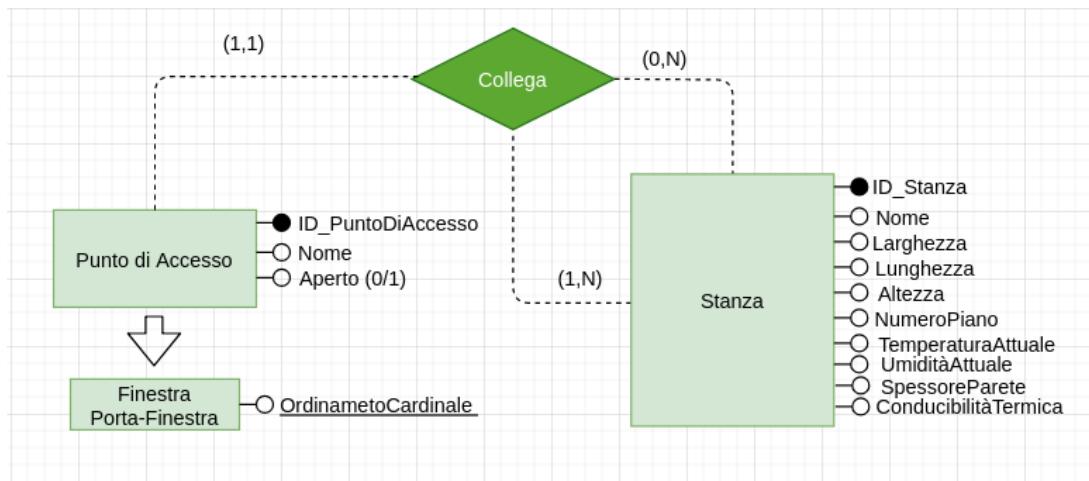


Ogni singolo **Utente** sarà identificato da un ID autoincrementante che ci permetterà di distinguere univocamente. Inoltre è riconosciuto tramite un *documento* e usufruisce di una *domanda di sicurezza* nel caso dovesse cambiare password o modificare alcuni dati del suo profilo.

Le domande di sicurezza sono state previste come un elenco di quesiti prestabiliti; l'utente al momento della registrazione dovrà selezionare *una sola domanda* a cui dare risposta. Per la domanda in sé, verrà istituita un'entità a parte (**Domanda**) per ridurre le possibili ridondanze all'interno di Utente.

Le informazioni riguardanti i **Documenti** di identità del singolo utente, pervenute al momento della registrazione, sono memorizzate attraverso un'entità assestante, connessa ad Utente, a fine di limitare il numero di attributi contenuti nell'entità utente, spesso utilizzata nelle operazioni di interrogazione in modo disgiunto dall'entità documento.

## Topologia dell'edificio



Per rappresentare la topologia dell'edificio verrà utilizzata l'entità “**Stanza**”, la quale rappresenta un atomico ambiente dell'edificio, contenendo, sotto forma di attributi, tutte le vari informazioni necessarie per la rappresentazione accurata della realtà.

Spiegazione attributi significativi:

- *Larghezza, Lunghezza, Altezza*: esprimono le relative misure di una stanza, ipotizzata rettangolare o quadrata, utilizzati per calcolare il volume delle pareti e della stanza.
- *TemperaturaAttuale & UmiditàAttuale*: Esprimono rispettivamente la temperatura e l'umidità presenti nella singola stanza.
- *Spessore Parete*: come è facile intuire, rappresenta il valore dello spessore della parete. Si ipotizzi che ogni parete della solita stanza abbia stesso spessore.
- *ConducibilitàTermica*: grandezza fisica che misura l'attitudine di una sostanza a trasmettere il calore attraverso la conduzione termica, quando i contributi al trasferimento di calore per convezione e per irraggiamento termico siano trascurabili.

Tramite gli attributi specificati, riusciamo a calcolare per esempio la seguente formula la dispersione termica della stanza, che rappresenta l'energia necessaria per riscaldare (o raffreddare) di un grado la stanza.

$$\text{DispersioneTermica} = \text{SpessoreParete} * \text{CoefficienteConducibilitàTermica} * \text{VolumePareti}$$

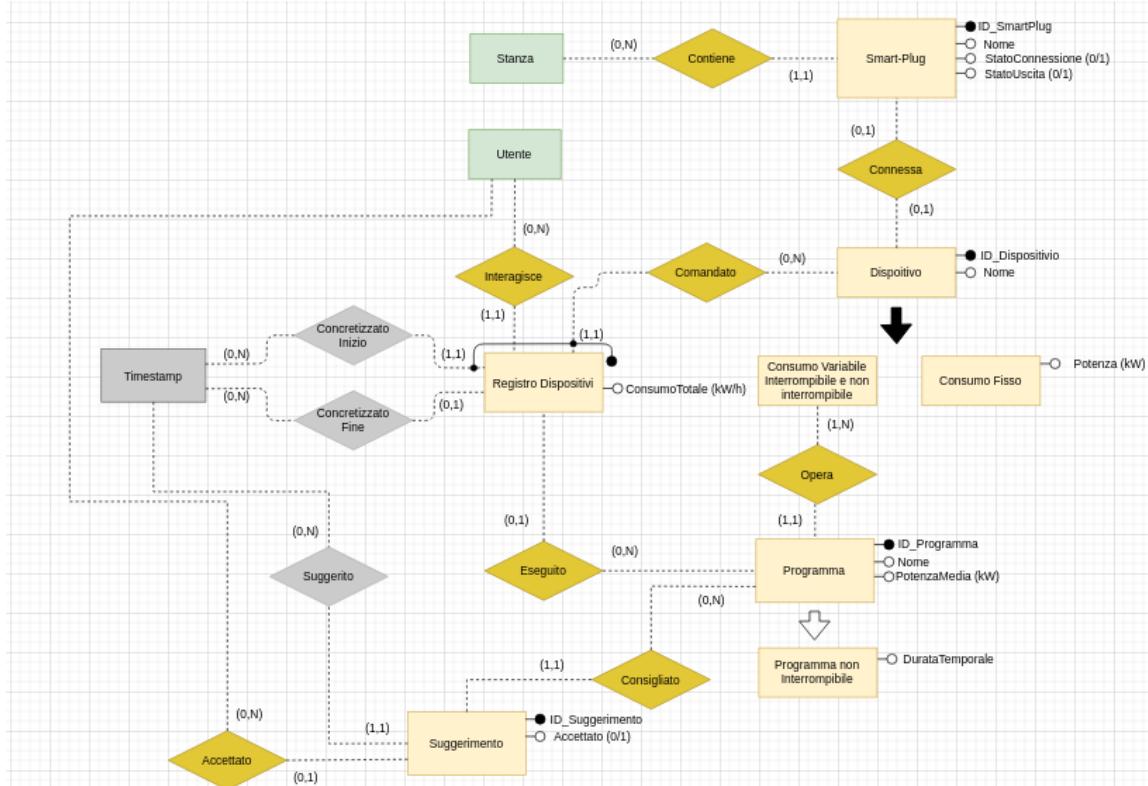
La specifica di tutti questi parametri di riferimento per ogni singola stanza permette di ottenere una descrizione più accurata della realtà, ipotizzando che ogni singola abitazione possa essere costituita da stanze di materiali differenti come possono essere per esempio le verande ecc.

Ogni istanza dell'entità “**Stanza**” può relazionarsi più volte con differenti istanze di “**Punto di Accesso**”, poiché una stanza potrebbe contenere al suo interno differenti porte per altre stanze, (un punto di accesso connette al massimo due stanze) in alternativa sarà collegata con l'ambiente esterno dell'edificio, invece che ad un'altra stanza, per esempio, nel caso di finestre o portefinestre. Quest'ultime sono rappresentate nel diagramma come un **sottoinsieme dell'entità “Punto di Accesso”**. L'entità figlia possiede in aggiunta al padre un attributo rappresentato l'*Orientamento Cardinale*.

Per identificare univocamente un punto di accesso è impiegata una chiave primaria specifica in quanto la sola relazione, *identificata tramite chiave esterna con le istanze dell'entità Stanza, non permetterebbe di rappresentare* un caso specifico della realtà: due stanze connesse reciprocamente da due punti di accesso differenti, oppure una stanza avente più punti di accesso verso l'esterno (Casistica molto probabile).

# Area Dispositivi

## Dispositivi e Smart-Plug



In ogni stanza potranno essere presenti differenti tipi di dispositivi, essi saranno resi smart attraverso le smart plug. Ogni smart plug connessa al sistema di gestione è memorizzata nella base di dati attraverso l'entità **“Smart-Plug”**. Inoltre attraverso l'attributo “*StatoConnessione*” sarà possibile capire se è Online o Offline. Per poter classificare i vari tipi di dispositivi connessi alle smart plug è stata adottata una generalizzazione totale. L'entità padre, chiamata **“Dispositivo”** ha come figlie altre due entità che permettono di memorizzare in modo specifico le peculiarità di ogni tipo di dispositivo. Per tener traccia delle varie interazioni che i vari utenti effettuano sui dispositivi è impiegata l'entità **“Registro Dispositivi”** relazionata all' entità **“Timestamp”** attraverso le relazioni **“Concretizzatoinizio”** e **“Concretizzatofine”**

- “*Concretizzatoinizio*” e “*Concretizzatofine*” rappresentano Istanti che permettono di capire per quanto l'impostazione desiderata dall'utente permane.
- “*ConsumoTotale*”: Permette di capire immediatamente il consumo effettivo comportato dall'accensione di un determinato dispositivo per l'intervallo di tempo effettivo riportato

$$\text{ConsumoTotale (kWh)} = \text{Consumo (kW)} * h$$

L'entità **Registro Dispositivi** è inoltre connessa tramite la relazione **“Interagisce”** con l'utente che ha provocato l'esecuzione di quel dato dispositivo, con la relazione **“Eseguito”** con il programma che è stato eseguito, (se è stato effettivamente eseguito un programma), con la relazione **“Comandato”** con il dispositivo protagonista dell'esecuzione.

Il registro è identificato univocamente tramite le entità **“Timestamp”** (con la relazione *ConcretizzatoInizio*) e **“Dispositivo”** perché non può esistere che un dispositivo effettui due interazioni allo stesso istante; prima ne effettuerà una, e successivamente un'altra.

I dispositivi a “*Consumo Variabile*” hanno vari programmi che possono essere eseguiti, essi sono memorizzati attraverso l'entità **“Programma”**. Anch'essa è un'entità padre, poiché alcuni programmi possono essere destinati a *Dispositivi non interrompibili*, che hanno bisogno dell'attributo

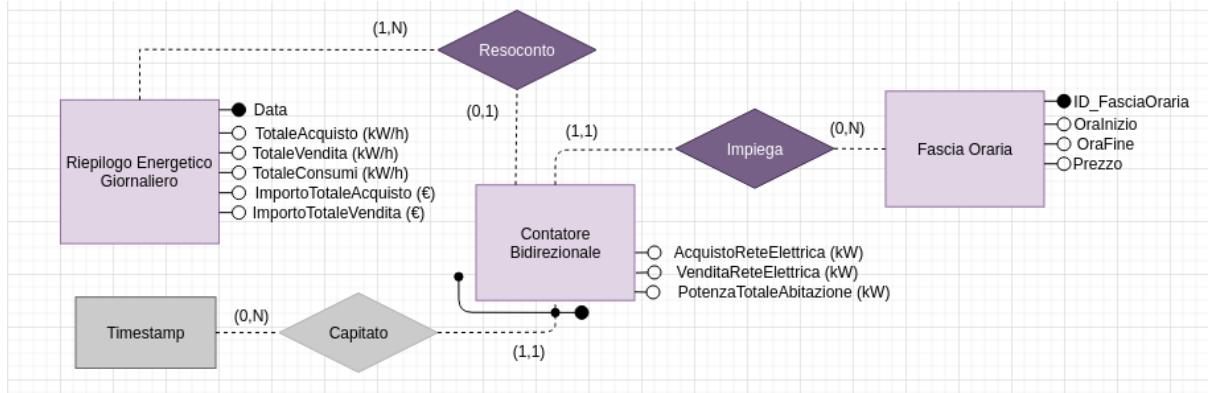
*Durata Temporiale* in più rispetto al padre. Specifichiamo che gli unici dispositivi a non avere un programma sono quelli a consumo fisso, quindi se un utente interagisce con un dispositivo di quel tipo, l'istanza specifica che si aggiungerà all'interno del registro, non sarà relazionata all'entità programma.

Importante parlare poi dell'entità “**Suggerimento**” che contiene le azioni consigliate agli utenti rispetto ad un particolare programma, infatti i suggerimenti verranno considerati solo per alcuni dispositivi variabili poiché per quelli fissi non è possibile attuare una predizione sulla durata temporale, in quanto le azioni di accensione e spegnimento sono puramente gestite dalle necessità degli Utenti. In particolar modo, come verrà affrontato all'interno dei successivi paragrafi, verranno “Suggeriti” solamente azioni riguardanti dispositivi a consumo variabile non interrompibile. Le loro caratteristiche permettono di prevedere anticipatamente i consumi e le durate temporali per cui è possibile compiere delle considerazioni sulla loro schedulazione di avvio nell'ambito della giornata.

L'attributo “*Convenienza*” indica all'utente quanto è conveniente quel suggerimento a quell'orario rispetto agli altri che sono relativi allo stesso dispositivo ma hanno un'orario diverso. La convenienza si misura all'interno della solita giornata in ogni caso e si indica con un numero naturale, tanto più piccolo è, tanto più conveniente sarà quel suggerimento.

# Area Energia

## Sorgenti Energetiche Contabilizzazione e Uso dell'Energia



All'interno di un'abitazione odierna è fondamentale la gestione e il controllo dei flussi energetici elettrici. Nella realtà modellata, è ritenuta fondamentale la gestione dell'autoproduzione di energia elettrica all'interno della casa stessa, questo grazie alle sempre più diffuse tecnologie energetiche rinnovabili, quali energia solare, energia eolica ecc.

Organo fondamentale dell'intero sistema di gestione energetica della casa è rappresentato dal **“Contatore Bidirezionale”**, il quale risulta in grado di fornire tre differenti valori, rappresentanti il quadro energetico totale nell'istante di lettura. I valori forniti sono i seguenti:

- **AquistoReteElettrica**: rappresenta l'ammontare di energia elettrica, espressa in kW, prelevata dalla rete elettrica nazionale: si definisce ciò acquisto. L'abitazione impiega questa energia nella condizione in cui l'energia autoprodotta non sia sufficiente a soddisfare i consumi istantanei dell'intera casa.
- **VenditaReteElettrica**: rappresenta l'ammontare di energia elettrica, espressa in kW, immessa nella rete elettrica nazionale: si definisce ciò vendita. Questa azione viene effettuata quando vi è un esubero di energia autoprodotta, tale per cui è possibile cederla. E' importante considerare che il prezzo di vendita non è mai maggiore o uguale al prezzo d'acquisto, per cui è conveniente utilizzare al più possibile l'energia autoprodotta limitandone l'acquisto. Quando l'energia viene venduta, non può essere acquistata nello stesso istante.
- **PotenzaTotaleAbitazione**: rappresenta l'ammontare di energia elettrica, espressa in kW, necessaria in quello specifico istante a far funzionare tutte le utenze (dispositivi) accese nell'abitazione.

Attraverso questi tre valori ed elementari operazioni di somma e differenza è possibile ricavare/quantificare tutti i vari andamenti energetici.

Esempio: **[Energia autoprodotta = PotenzaTotaleAbitazione + VenditaReteElettrica]**

Per tener traccia di tutti i flussi energetici nel corso del tempo è necessario storicizzare tutti questi valori nella base di dati, per far ciò viene impiegata un'entità apposita chiamata **“Contatore Bidirezionale”**, nella quale verrà inserito un nuovo record, identificato attraverso un istante temporale rappresentato grazie alla relazione con l'entità **“Timestamp”** denominata **“Capitato”**, ogni qual volta che uno di quei tre valori spiegati precedentemente, subirà una variazione.

Tale modalità di storizzazzione permetterà di avere un'elevata precisione dei dati, ed inoltre permetterà di risparmiare spazio di memoria, nei periodi in cui i flussi energetici dell'abitazione non subiranno variazioni.

Nota: Un nuovo record nella base di dati sarà inserito seguendo le seguenti casistiche

- Cambiamento dei valori di uno dei flussi energetici,
- Cambiamento di giorno (Previsto un record sancito alle 00:00:00 di ogni giorno)
- Cambiamento di fascia oraria (Previsto un record nuovo al cambiare di fascia oraria)

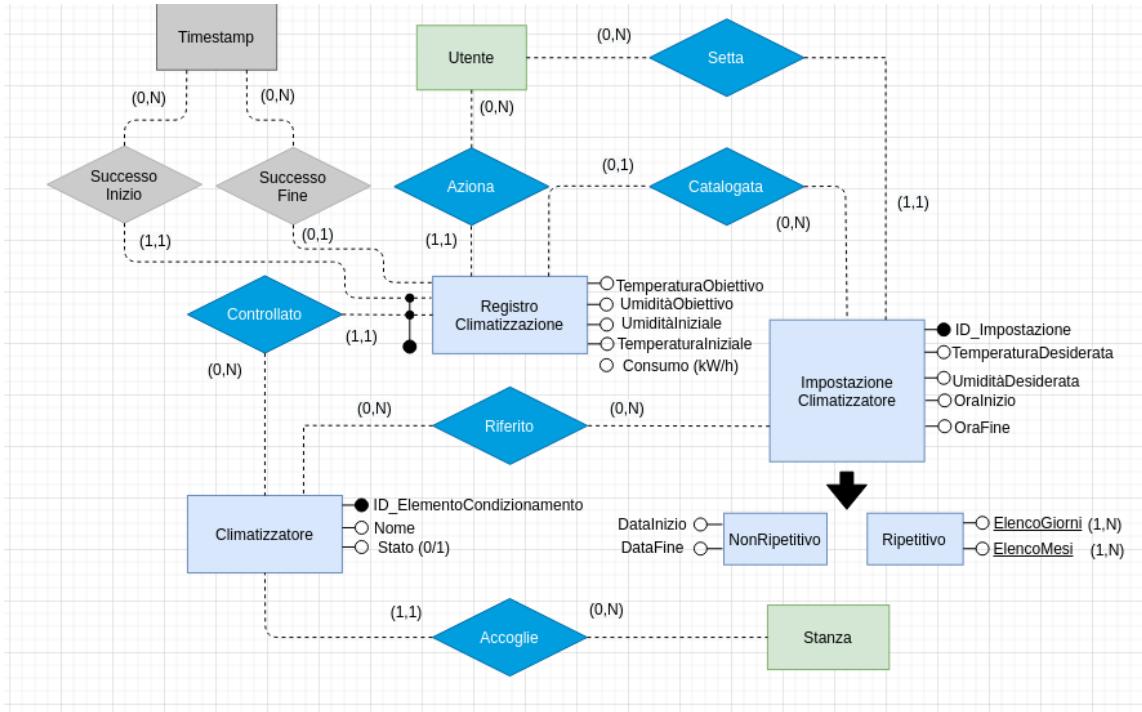
Nella documentazione di riferimento è espressa la volontà di gestire le fasce orarie di prezzo di acquisto dell'energia elettrica, a tale scopo è stata ideata un'entità apposita, denominata "**Fascia Oraria**", contenente i vari costi, in relazione alle varie fasce: F1 (mattina), F2 (pomeriggio), F3 (sera).

Data la grande densità di record inerenti all'entità "**Contatore Bidirezionale**" ed alla richiesta di operazioni di quantificazione/rappresentazione giornaliera dei consumi è stata ideata un entità ridondante "**Riepilogo Energetico Giornaliero**" relazionata con l'Entità "**Contatore Bidirezionale**" per contenere tutti i resoconti generali giornalieri con tutti i valori specifici complessivi.

- *Data*: Esprime la data di cui il record del riepilogo fa riferimento
- *TotaleAcquisto*: Esprime l'ammontare di energia elettrica acquistata dalla rete elettrica nazionale, espressa in kW/h
- *TotaleVendita*: Esprime l'ammontare di energia elettrica venduta alla rete elettrica nazionale, espressa in kW/h
- *TotaleConsumi*: Esprime l'ammontare di energia elettrica impiegata per soddisfare le necessità energetiche dell'intera abitazione, espressa in kW/h
- *ImportoTotaleAcquisto*: Esprime l'ammontare economico per l'acquisto dell'energia espressa nell'attributo *TotaleAcquisto*. Questo conteggio, affrontato all'interno dei prossimi paragrafi, terrà conto rispettivamente nella procedura di quantificazione della Fascia oraria di appartenenza, espressa in € Euro
- *ImportoTotaleVendita*: Esprime l'ammontare economico ricavato dalla vendita dell'energia elettrica espressa nell'attributo *TotaleVendita*, espressa in € Euro  
**(ImportoTotaleVendita = TotaleVendita\*PrezzoVendita)**

# Area Confort

## Trattamento Aria



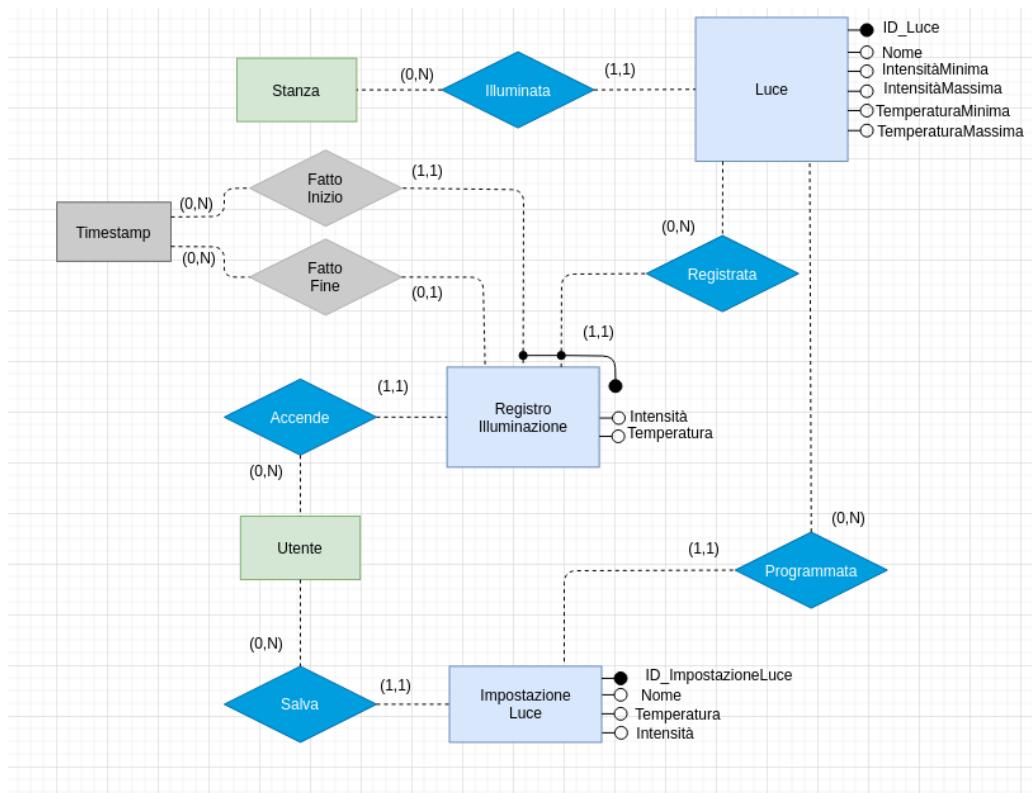
Una stanza può contenere più **Climatizzatori** (Esempio: Riscaldamento a pavimento ed climatizzatore d'aria per avere pavimento caldo ed aria fresca), o non averne affatto. Il singolo elemento di condizionamento, al contrario, deve trovarsi all'interno di una sola stanza; è rappresentato dagli attributi: **ID\_ElementoCondizionamento**, **Nome** e **Stato (0/1)** che identifica se l'elemento di condizionamento è acceso o spento.

Ogni **Utente** può azionare vari elementi di condizionamento, applicando un' "**Impostazione Climatizzatore**", cioè le specifiche personalizzate con cui l'elemento di condizionamento deve operare, oppure interagendo con il **climatizzatore** in quello specifico istante. Ogni azione dell'utente viene mantenuta come storico eventi attraverso l'entità "**Registro Climatizzazione**", la quale utilizza l'entità "**Timestamp**" con cui è relazionata, per due volte, per collocare nel tempo l'evento, e identificare univocamente, assieme allo specifico **Climatizzatore**, la singola interazione. Contiene anche gli attributi "**Temperaturalniziale**" ed "**UmiditàIniziale**" per tener traccia dei dati di partenza, al momento in cui un utente effettua un'interazione, oppure si attiva una impostazione programmata.

L'utente può programmare un'impostazione che sia ripetitiva o non. Essa contiene come attributi i valori della temperatura e umidità obiettivo, l'orario di inizio e fine impostazione, e in più, se l'impostazione non è ripetitiva, la data inizio e fine, altrimenti se ripetitiva, l'elenco dei giorni (come giorni della settimana, da lunedì a domenica) e l'elenco dei mesi (come mesi dell'anno, da gennaio a dicembre). Questo permette la programmazione stagionale.

Al momento della memorizzazione di un determinato programma di condizionamento è possibile definire il **climatizzatore** a cui è rivolto in modo esplicito, questo per permettere di impiegare simultaneamente elementi di condizionamento differenti operanti con programmi di specifica differente (Caso esempio abitazione con zone di temperatura multiple). Il tutto risulta gestito attraverso la relazione "**Riferito**" la quale lega direttamente l'elemento di condizionamento con il programma.

# Smart Lighting



Ogni **Luce** è memorizzata assieme alle suoi range operativi, attraverso l'entità “**Luce**” ed i suoi specifici attributi descritti in seguito:

- *IntensitàMassima & IntensitàMinima* : rispettivamente i valori massimi e minimi supportati dall'elemento di illuminazione come parametro di Intensità luminosa.
- *TemperaturaMassima & TemperaturaMinima* : rispettivamente i valori massimi e minimi supportati dall' elemento di illuminazione come parametro di colore della luce emessa. Nella notazione scientifica del settore il colore si esprime gradi Kelvin (K)

I parametri di funzionamento sono stati memorizzati per ogni singolo elemento di illuminazione al fine di poter gestire una situazione reale in cui una abitazione presenta una moltitudine di luci differenti, magari prodotte da diversi marchi o semplicemente operati con differenti range. I dispositivi che non permettono la regolazione di uno o entrambi i valori presenteranno il valore massimo e minimo uguale.

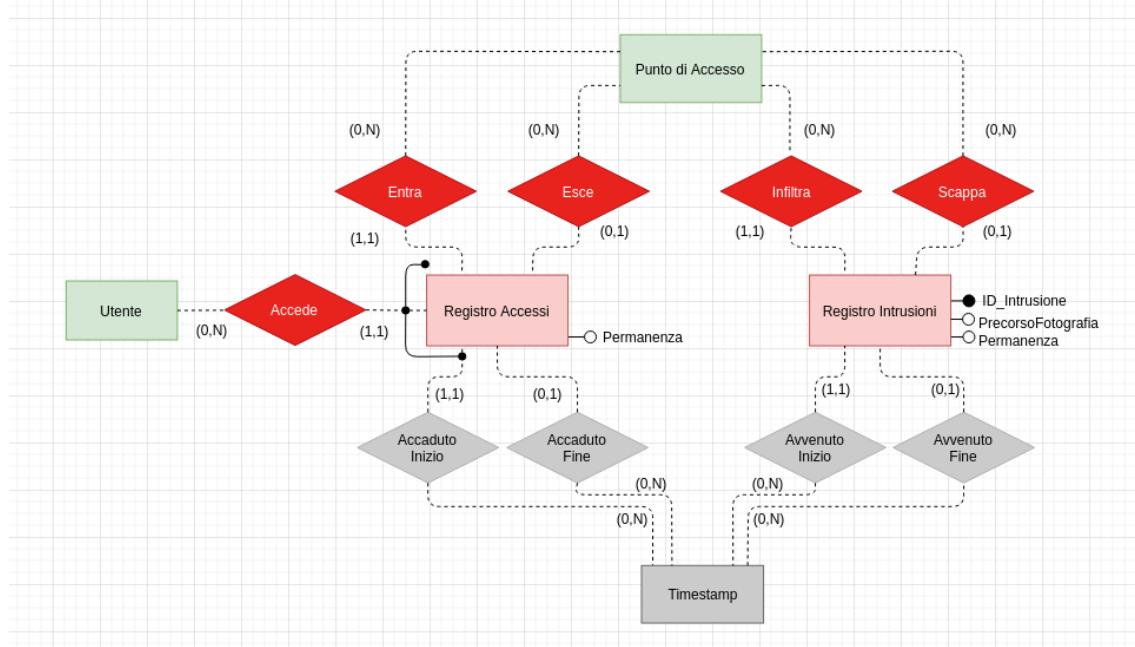
Attraverso l'entità “**Registro Illuminazione**” verrà tenuta traccia di tutte le attività che coinvolgono uno specifico elemento di illuminazione e l'utente. In questo modo sarà possibile per esempio ricavare quale elementi di illuminazione vengono mantenuti spenti in quali giorni e per quanto tempo. Questa entità è identificata univocamente grazie ad una delle due relazioni che ha con l'entità “**Timestamp**” (**FattoInizio**) e con l'entità “**Luce**”, poiché bastano per identificare univocamente l'interazione di un qualsiasi utente.

Ogni “**Luce**” può essere gestita anche da un **utente** attraverso una impostazione propria e non condivisibile con altri elementi di illuminazione.

Le impostazioni predefinite sono configurazioni ricorrenti che l'utente può salvare rispetto ad un elemento di illuminazione, esse sono state memorizzate attraverso l'entità “**Impostazioni Luce**” attribuendo loro un nome ed i rispettivi parametri specifici.

# Area Sicurezza

## Accessi e Intrusioni



Un individuo se si trova all'interno della casa è costantemente controllato. Se la persona è anche un utente registrato, si dice che “**Accede**” alle stanze. Questi movimenti vengono memorizzati mediante l'entità **“Registro Accessi”**. Questa è relazionata, oltre che ad **“Utente”**, anche due volte a **“Punto di Accesso”**, una prima volta per memorizzare la *porta dalla quale entra nella stanza*, la seconda, per la *porta dalla quale esce*. Ovviamente le due porte possono essere anche le medesime. Attraverso le relazioni **“AccadutoInizio”** ed **“AccadutoFine”**, che collegano l'entità **“Registro Accessi”** all'entità **“Timestamp”**, immagazziniamo il momento temporale nel quale entra ed esce dalla stanza, per poi, inserire il suo tempo di permanenza nell'omonimo attributo.

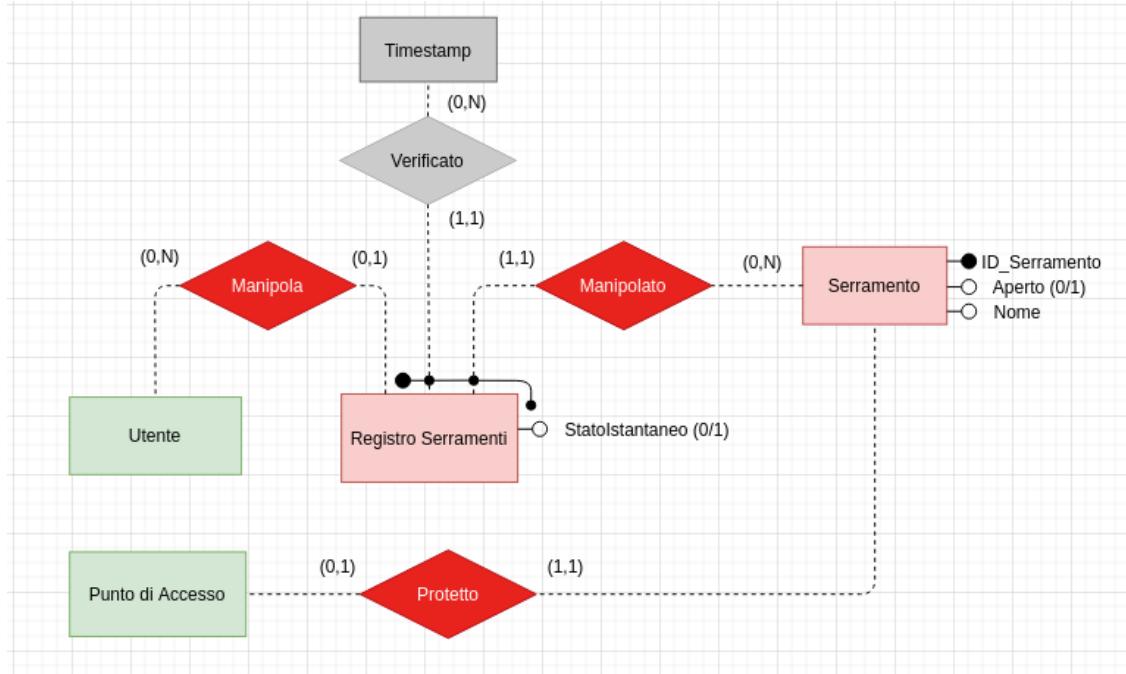
E' identificata univocamente tramite le entità **“Utente”**, e **“Timestamp”**.

Un individuo che però non è registrato, non verrà riconosciuto e sarà visto come un intruso. Per coloro che rientrano in questo gruppo di persone è stata creata un' entità che è collegata anch'essa due volte con **“Punto di Accesso”**, per il medesimo motivo, memorizzando i loro movimenti all'interno della casa, due volte con l'entità **“Timestamp”** attraverso le relazioni **“Avvenutolnizio”** e **“AvvenutoFine”**, sempre per lo stesso motivo visto precedentemente.

All'interno dell'entità **“Registro Intrusioni”** però rispetto all'altra, troviamo l'attributo **“PercorsoFotografia”** che contiene il percorso della foto, scattata di nascosto all'intruso, all'interno del server.

E' identificata univocamente tramite le entità **“Utente”**, e **“Timestamp”**.

## Serramenti



Un punto di accesso come per esempio le finestre, portefinestre, porte esterne, lucernario sono protette da **serramenti**, come per esempio porte blindate, portoncini.

I **serramenti** hanno uno stato, aperto o chiuso, rappresentato dall'attributo “Aperto” che può assumere come valori solo 0 o 1.

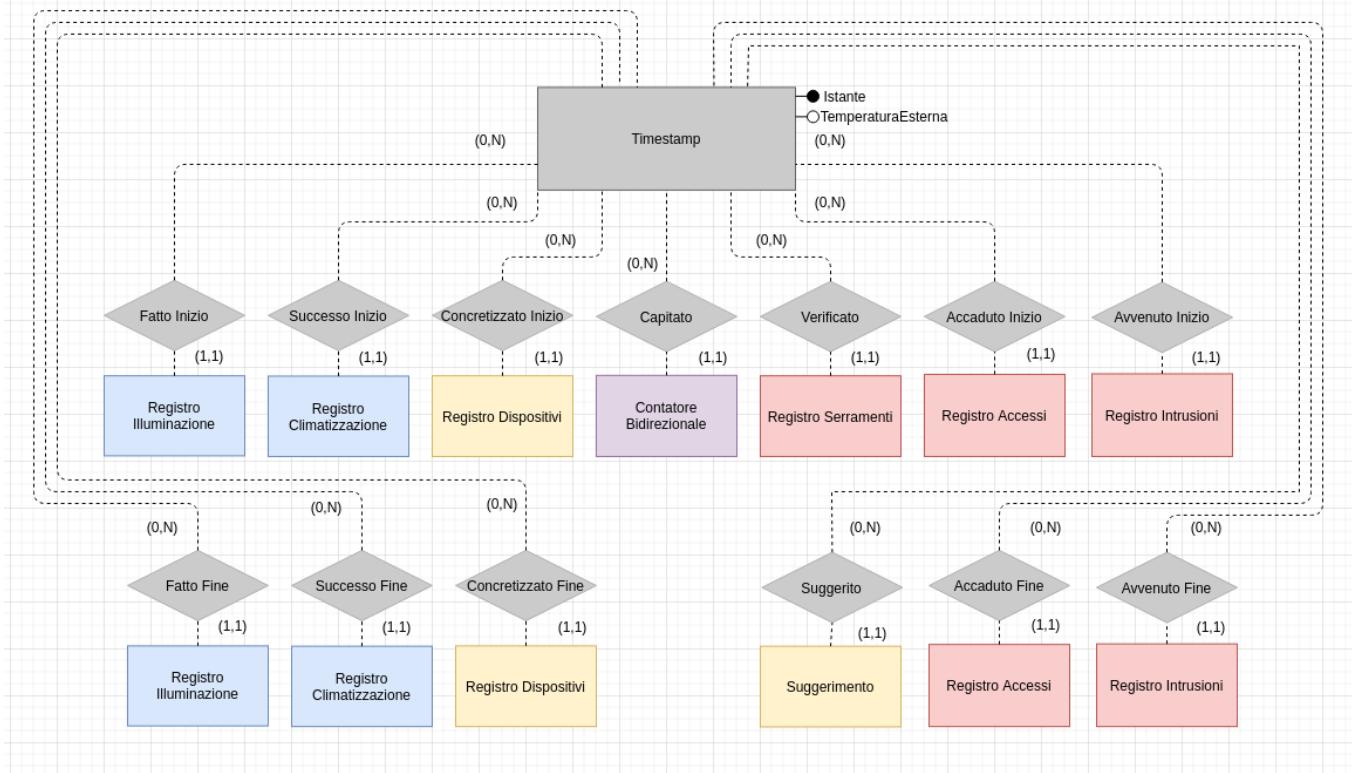
Il **serramento** può essere manipolato più volte **dall'Utente** nel tempo.

Le azioni dell'utente sono memorizzate attraverso l'entità “**Registro Serramenti**”, registrando tutti i cambiamenti che egli attua sul serramento, al fine di poter ricostruire la dinamica di una possibile intrusione. L'entità ha anche un attributo chiamato “*StatoInstantaneo*” che può assumere come valori 0 (se la singola interazione ha provocato una chiusura del serramento) o 1 (se l'interazione ha provocato un'apertura del serramento).

Per identificare univocamente ogni interazione dell'utente su un serramento, è stata scelta come chiave esterna la combinazione data dall'entità “**Timestamp**”, che individua l'istante specifico temporale in cui *l'interazione viene effettuata*, e l'entità “**Serramento**”, che individua il bersaglio dell'interazione.

# Area Log

Memorizzazione e storicizzazione dei dati.



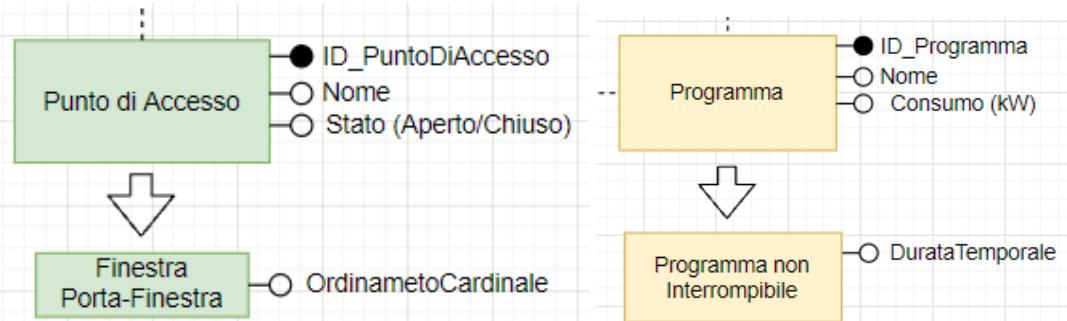
Quest'area è adibita alla connessione tramite l'entità “**Timestamp**”, di tutti i registri all'interno del database.

Inoltre l'entità “**Timestamp**” ha come attributo, oltre alla sua chiave, la “*TemperaturaEsterna*”, così da memorizzare ogni suo cambiamento, per effettuare successivamente delle operazioni in funzione di questo dato, sempre più precise.

# Diagramma E/R Ristrutturato

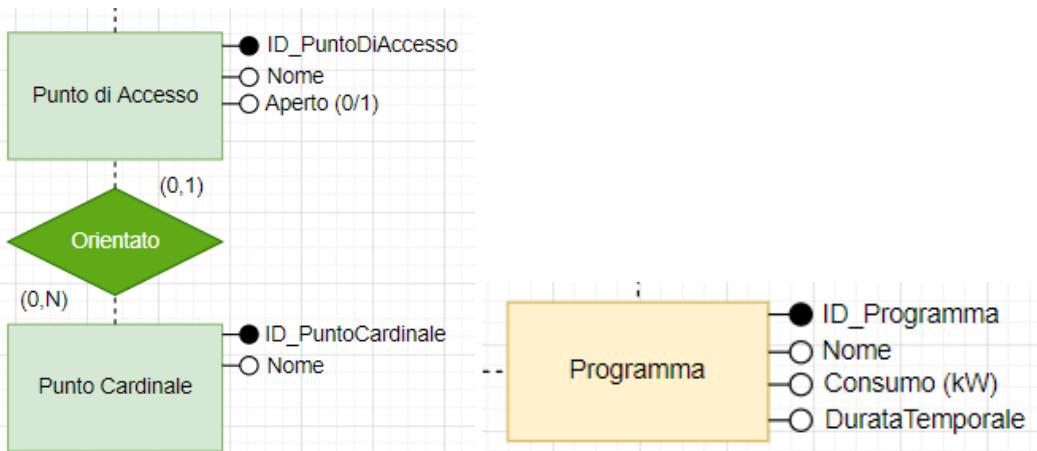
La seguente sezione della documentazione avrà lo scopo di descrivere, motivare e raffigurare le ristrutturazioni effettuate partendo dal diagramma E/R, prodotto nello scorso capitolo.

## Punto di Accesso & Programma:



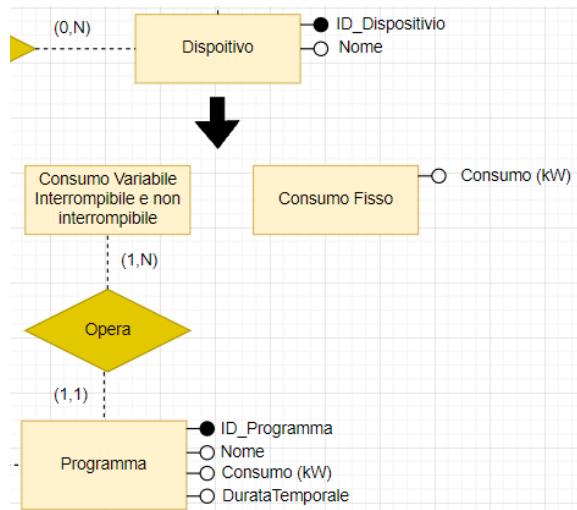
Nella modellazione della realtà i punti di accesso (Finestre, porte, porte-finestre) sono stati modellati attraverso una generalizzazione come visibile nell'immagine. Nella ristrutturazione della tale generalizzazione parziale è stato adottato l'accorpamento dell'entità figlia (Finestra/Porta-Finestra) all'entità padre (Punto di accesso) trasferendo così l'unico attributo: “**OrdinamentoCardinale**”. Tale strategia è preferita rispetto alle altre dato che, la figlia, possiede solamente un attributo, quindi la struttura concettuale delle occorrenze dell'entità **PuntoDiAccesso** si differenzia solamente di un attributo rispetto alla figlia.

Per questa motivazione, accorpando al padre l'entità figlia, sarà possibile avere un minimo “spreco” di memoria, e verrà utilizzato l'unico attributo della figlia: “**OrdinamentoCardinale**” come tratto distintivo del padre rispetto alla figlia, infatti nel caso in cui il **PuntoDiAccesso** non sia una Finestra/Porta-Finestra, l'entità non sarà collegata tramite la relazione Orientato, all'entità **PuntoCardinale**, che contiene i possibili punti cardinali a cui un'istanza di Finestra/Porta-Finestra potrebbe puntare.



Attraverso la medesima metodologia è stata ristrutturata anche la gerarchia parziale “**Programma**” (Entità padre) e “**Programma non interrompibile**” (Entità figlia).

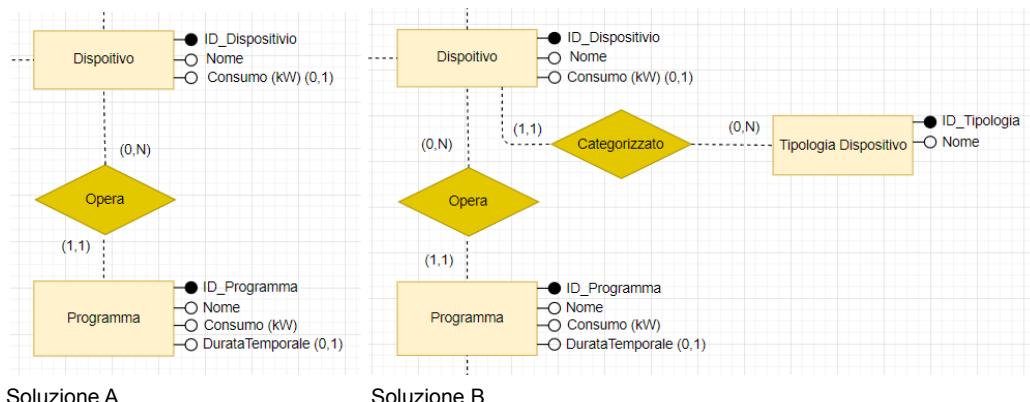
## Dispositivo:



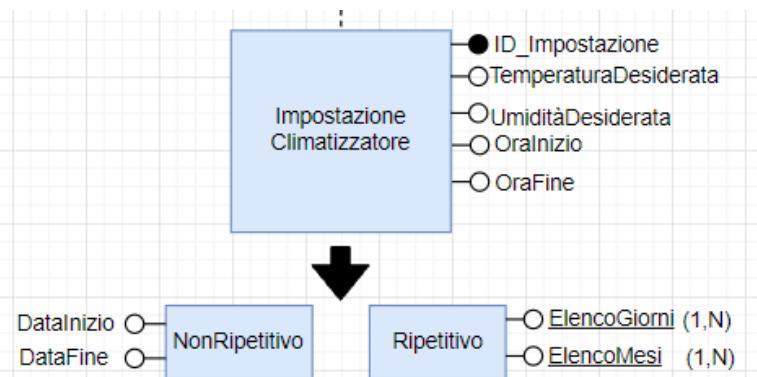
Analizzando la gerarchia impiegata per modellare i dispositivi della smart-home sono emerse due possibili soluzioni di ristrutturazione:

- A. Accorpamento dell'entità figlie “Consumo variabile interrompibile/non interrompibile” e “Consumo fisso” direttamente al padre “Dispositivo” senza includere alcun attributo di tipizzazione in quanto attraverso la relazione con l'entità “Programma”. Nello specifico l'assenza/presenza dell'attributo “Consumo” avrebbe permesso di ricavare la specifica di un dispositivo a consumo fisso o variabile ed inoltre la presenza/assenza dell'attributo “DurataTemporale” avrebbe specificato l'interrompibilità o no.  
*Note:* Questa metodologia comporterebbe una complessità di interrogazione nelle situazioni in cui è richiesta la discriminazione del dispositivo, causa JOIN con l'entità “Programma”.
- B. Accorpamento delle entità figlie all'entità padre con l'aggiunta di una relazione con entità specifica “Tipologia Dispositivo” al fine di rendere esplicita la tipizzazione dei dispositivi.

Nella ristrutturazione effettiva verrà impiegata la soluzione B per questioni di chiarezza rappresentativa e ottimizzazione delle query che operano differenziando i dispositivi in base al loro tipo.



## Impostazioni Condizionamento:

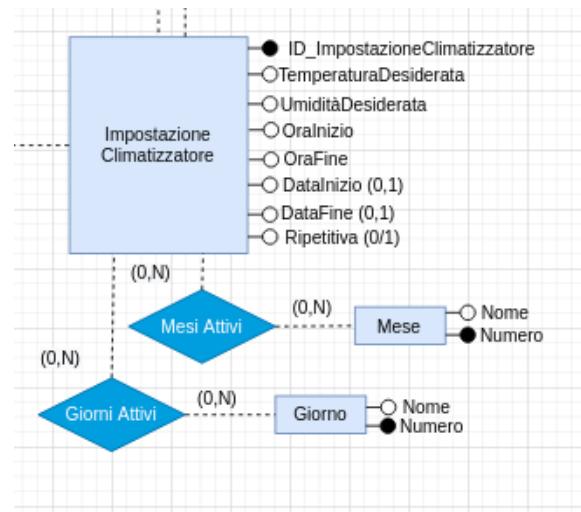


Esaminando la zona del diagramma relativa alle importazioni di condizionamento, è stata adottata la solita metodologia dell'accorpamento al padre.

Il motivo, come anche per le gerarchie precedentemente analizzate, è quello che, rispetto alle operazioni di interrogazione che saranno impiegate, non venga fatta grande distinzione tra le entità figlie, quindi è conveniente accorpare al padre così da assicurare un numero minore di accessi rispetto alle altre modalità.

Inoltre è stato impiegato l'attributo *"Ripetitivo"*, usato per differenziare istanze di due figlie diverse.

Per eliminare gli attributi composti *"ElencoGiorni"* e *"ElencoMesi"*, l'entità **“ImpostazioneClimatizzatore”** è stata collegata tramite relazione a due entità diverse chiamate **“Mesi”** e **“Giorni”**. Le entità in gioco sono collegate alla relazione entrambe con cardinalità (0,N), quindi al momento che saranno effettuate le operazioni di traduzione finale in logico, le due relazioni di cui trattiamo, **“MesiAttivi”** e **“GiorniAttivi”** verranno trasformate in entità.



# Tavola dei Volumi

In questa sezione della documentazione sarà analizzata nel dettaglio la tavola dei volumi che coinvolge le entità (E) e le relazioni (R) impiegate per modellare la realtà di riferimento. Un valore giornaliero attribuito ad ogni componente costituisce una stima motivata della mole dei dati che la base di dati dovrà gestire. In specifici casi è imputato come valore stimato il valore massimo **assumibile giornalmente** da quella specifica componente, questo risulta utile nelle operazioni di analisi successive in quanto è gestito il caso peggiore per quella specifica componente (Esempio: "Contatore Bidirezionale")

Nome	Tipo	Volume	Motivazione
Utente	E	4	E' considerata una famiglia di quattro persone.
Documento	E	4	Ogni utente è riconosciuto da un solo documento.
Riconosciuto	R	4	Collega utente a documento, sono in corrispondenza (1,1)
Domanda	E	10	E' ipotizzato un elenco di dieci domande tra cui l'utente sceglie.
Usufruisce	R	4	Ogni utente usufruisce di una domanda di sicurezza.
Stanza	E	10	Viene considerato il numero di stanze in media in una villetta.
Punto d'Accesso	E	20	Viene considerato in media nove (9) finestre, una porta per ogni collegamento tra stanze (10) e un portone che manda sull'esterno (1).
Collega	R	20	Connette il punto di accesso, con una o due stanze.
Punto Cardinale	E	8	N, NE, NW, S, SE, SW, E, W.
Orientato	R	9	Solo le finestre sono collegate all'entità Punto Cardinale, quindi nove (9)
Smart Plug	E	20	Consideriamo che il maggior numero di smart plug si trovano in cucina, camere da letto, sala.
Dispositivo	E	18	Vengono considerati (3) dispositivi a consumo fisso, (11) a consumo variabile interrompibile e (4) a consumo variabile non interrompibile.
Connessa	R	18	Relazione che collega dispositivo a smart plug
Tipologia Dispositivo	E	3	Considerate le tre tipologie: consumo fisso, consumo variabile interrompibile, e consumo variabile non interrompibile.
Categorizzato	R	18	Relazione che collega tipologia dispositivo a dispositivo.
Programma	E	45	Effettuata una stima per cui i dispositivi variabili non interrompibili hanno più programmi (30) rispetto ai dispositivi variabili interrompibili (15)
Opera	R	45	Collega programma a dispositivo (1,1) dalla parte di programma.
Registro Dispositivi	E	56	Si ipotizza una giornata media di una persona, dispositivi come il frigorifero sono sempre accesi, altri come il forno vengono usati due volte al giorno, invece

			la televisione, ventilatore, macchinetta del caffè vengono usati più volte durante la giornata da tutti gli utenti.
Interagisce	R	56	Collega il registro dispositivo ad utente (1,1) dalla parte di registro
Comandato	R	56	Collega registro dispositivo a dispositivo (1,1) dalla parte di registro
Eseguito	R	52	Collega registro dispositivo a programma (0,1) dalla parte di registro, non tutte le interazioni dell'utente vengono fatte con dei dispositivi aventi programma, per esempio i dispositivi a consumo fisso, non hanno programmi.
Suggerimento	E	4	Si ipotizzi che al giorno possano venir consigliati in media quattro (4) programmi, che possono essere accettati dall'utente.
Consigliato	R	4	Collega suggerimento al programma che è stato consigliato, (1,1) dalla parte di suggerimento
Accettato	R	1	Collega suggerimento all'utente che ha accettato il consiglio, nel caso lo faccia, (0,1) dalla parte di suggerimento. Si ipotizzi che l'utente accetti un suggerimento al giorno dato che l'intervallo di tempo e l'energia a disposizione in quel momento spesso, sono valori troppo bassi per far sì che vengano eseguiti due programmi di dispositivi al giorno. Poi, potrebbe darsi che comunque l'utente ne accetti al giorno anche più di uno, ma anche che nessun consiglio venga accettato.
Contatore Bidirezionale	E	86400	Viene considerato lo scenario peggiore, in cui almeno uno dei flussi energetici cambia ogni secondo.
Impiega	R	86400	Collega il contatore bidirezionale alla fascia oraria di acquisto
Fascia Oraria	E	3	Le fasce orarie sono: F1, F2, F3.
Riepilogo Energetico Giornaliero	E	1	Contiene una riga per ogni giorno, calcolato alla fine della giornata.
Resoconto	R	1	Collega il contatore bidirezionale al riepilogo giornaliero energetico (1,1) dalla parte di riepilogo giornaliero e (0,1) dalla parte del contatore bidirezionale.
Climatizzatore	E	11	Vengono considerati come climatizzatori nove termosifoni (uno in ogni stanza, non considerando il corridoio) e due condizionatori.
Accoglie	R	11	Collega climatizzatore all'entità stanza (1,1) dalla parte del climatizzatore, non tutte le stanze hanno climatizzatori, alcune ne potrebbero avere anche più di uno.
Impostazione Climatizzatore	E	24	Viene considerato un gruppo di quattro impostazioni ripetitive (4), una per stagione, inoltre un pool di venti (20) impostazioni non ripetitive che nel corso di un anno si stima una famiglia di quattro persone possa generare
Riferito	R	216	Relazione N to N che collega Impostazione Climatizzatore con il/i condizionatori a cui è stata applicata una particolare impostazione. Ipotizziamo che tutti i termosifoni (9) sono programmati tramite ogni

			impostazione (24). Quindi il numero delle righe della relazione sarà data dalla moltiplicazione tra 24 e 9
Mese	E	12	Mesi dell'anno
Giorno	E	7	Giorni della settimana
Mesi attivi	R	12	Vengono effettuate quattro operazioni ripetitive, una per stagione, quindi dato che una stagione è composta da tre mesi, il contenuto della relazione è formato da tre per quattro righe.
Giorni attivi	R	28	Calcolati poiché per effettuare quattro impostazioni ripetitive per ogni stagione, i giorni da inserire in tale impostazioni sono quelli di un'intera settimana, cioè sette, allora calcoliamo il volume della relazione con il prodotto tra quattro e sette, ( $4*7 = 28$ )
Registro Climatizzazione	E	13	Si considera che la sera di inverno vengano attivati tutti i condizionatori (11), anche durante la giornata è possibile magari che essi vengano accesi, anche se meno probabilmente. (2)
Catalogata	R	11	Collega il registro alle impostazioni climatizzatore con cardinalità (0,1) dalla parte del registro, quindi non tutte le interazioni si riferiscono ad una specifica impostazione predefinita.
Aziona	R	13	Collega il registro all'utente che effettua l'interazione (1,1) dalla parte del registro
Setta	R	24	Collega l'impostazione condizionamento all'utente che l'ha impostata (1,1) dalla parte delle impostazioni climatizzazione.
Controllato	R	13	Collega il registro climatizzazione al climatizzatore, (1,1) dalla parte del registro.
Luce	E	50	Il numero delle luci all'interno della casa è calcolato partendo dall'ipotesi che in ogni stanza ci siano quattro luci principali al soffitto, inoltre in alcune stanze ci sono luci particolari come bajour, lampade da letto...
Illuminata	R	50	Ogni luce appartiene ad una stanza, relazione che collega luce a stanza, (1,1) da parte dell'entità luce.
Impostazione Salvata	E	40	Ipotizzare che ogni utente effettua dieci impostazioni personali per le luci della stanza
Salva	R	40	Collega impostazione salvata ad utente, (1,1) dalla parte dell'entità impostazione salvata
Programma	R	40	Collega impostazione salvata ad utente, (1,1) dalla parte dell'entità impostazione salvata.
Registro Illuminazione	E	176	Si consideri che in media un utente entri in dieci (10) stanze in un giorno, ogni stanza contiene quattro (4) luci come abbiamo detto, quindi ogni utente accende centosessanta ( $10*4*4 = 160$ ) luci, poi si conderi che le

			luci della cucina vengono accese assieme da più utenti, dato che accedono nello stesso momento, in più momenti della giornata come mattina, pranzo e cena, quindi sommiamo tre per quattro ( $3*4 = 12$ ). Infine si suppone che ogni utente accenda la sera andando a dormire la lampada da letto, quindi sommiamo altre quattro luci (4).
Accende	E	176	Collega registro illuminazione all'utente che effettua l'interazione con la specifica lampadina.
Registrata	R	176	Collega il registro illuminazione all'entità luce, ogni interazione si riferisce ad un'unica lampadina
Registro Accessi	E	100	Si considera che in media un utente passi per venticinque (25) punti d'accesso al giorno. ( $25*4 = 100$ )
Accede	R	100	Ogni accesso, è effettuato da un utente riconosciuto dall'applicazione, (1,1) dalla parte del registro.
Entra	R	100	Ogni accesso è collegato ad un punto d'accesso dal quale l'utente entra, (1,1) dalla parte del registro.
Esce	R	100	Ogni accesso è collegato ad un punto d'accesso dal quale l'utente esce, (1,1) dalla parte del registro. Può essere nullo, ma sicuramente dopo un certo tempo l'utente uscirà dalla stanza e quindi sarà inserito un nuovo record nella relazione.
Registro Intrusioni	E	5	Si considera che al giorno, un utente non registrato possa entrare in casa e fare al massimo cinque (5) intrusioni alle stanze. Possibile che ovviamente in un giorno non ce ne sia neanche una di intrusione, ma è anche possibile che entrino più intrusi nel solito momento o giorno, quindi il numero sia maggiore, si ipotizza quindi una possibile media.
Infiltra	R	5	Ogni infiltrazione, è effettuata da un utente non riconosciuto dall'applicazione, (1,1) dalla parte del registro.
Scappa	R	5	Ogni infiltrazione è collegata ad un punto d'accesso dal quale l'utente esce, (1,1) dalla parte del registro. Può essere nullo, ma sicuramente dopo un certo tempo l'intruso uscirà dalla stanza e quindi sarà inserito un nuovo record nella relazione.
Serramento	E	10	Si considera che ogni finestra (9) e la porta per l'esterno (1) ha un serramento associato)
Registro Serramenti	E	40	Ogni serramento è aperto (2) volte, mattina e quando gli utenti tornano a casa dopo una giornata di lavoro o scuola, e vengono chiusi altrettante volte (2) quando escono di casa la mattina per lavoro o scuola e quando vanno a dormire. Quindi il registro serramenti è composto da quattro per dieci ( $4*10 = 40$ ) record.
Manipolato	R	40	Ogni operazione inserita dentro il registro serramenti è sempre riferita ad un serramento in particolare.
Manipola	R	40	Ogni serramento è aperto o chiuso da un utente registrato, esso potrebbe essere forzato da un ladro, e quindi non verrebbe segnalato l'utente che compie l'operazione. Questa situazione è però molto molto rara e quindi nel contare le tuple della relazione non viene

			considerata, quindi si suppone che tutte le interazioni vengano effettuate da utenti registrati.
Protetto	R	10	La seguente relazione collega serramento a punto d'accesso, (1,1) dalla parte di serramento.
Timestamp	E	86400	Si considera che la maggior parte dei valori inseriti all'interno di questa tabella vengono salvati in seguito ad un inserimento di una riga all'interno dell'entità Contatore Bidirezionale.
Concretizzato Inizio	R	56	Collegato a registro dispositivo
Concretizzato Fine	R	56	Collegato a registro dispositivo
Capitato	R	86400	Collegato a Contatore Bidirezionale
Successo Inizio	R	13	Collegato a registro condizionatore
Successo Fine	R	13	Collegato a registro condizionatore
Fatto Inizio	R	176	Collegato a registro illuminazione
Fatto Fine	R	176	Collegato a registro illuminazione
Accaduto Inizio	R	100	Collegato a registro accessi
Accaduto Fine	R	100	Collegato a registro accessi
Avvenuto Inizio	R	5	Collegato a registro intrusioni
Avvenuto Fine	R	5	Collegato a registro intrusioni
Verificato	R	40	Collegato a registro serramenti
Suggerito	R	4	Collegato a suggerimento

## Operazioni Significative

1. Consumo di un dato dispositivo variabile interrompibile, fornito in input, in una specifica interazione con l'utente. (analisi ridondanza)
2. Calcolare dall'inizio del giorno all'istante attuale a quanto ammonta la corrente venduta, comprata e consumo totale.
3. Inserimento nuovo utente
4. Inserimento di un impostazione programmata ripetitiva di condizionamento.
5. Lettura del riepilogo energetico giornaliero di un giorno definito in input. (analisi ridondanza)
6. Elenco dei serramenti aperti.
7. Inserimento di un'interazione con una luce.
8. Calcolo del consumo dell'esecuzione di un elemento di climatizzazione

## Analisi delle prestazioni delle operazioni

All'interno di questa sezione della presente documentazione andremo ad analizzare le prestazioni di ogni singola operazione che si trova nella lista del capitolo precedente. Se l'operazione fa uso di qualche ridondanza sarà analizzata per comprendere se conviene tenerla, oppure eliminarla.

## Prima operazione

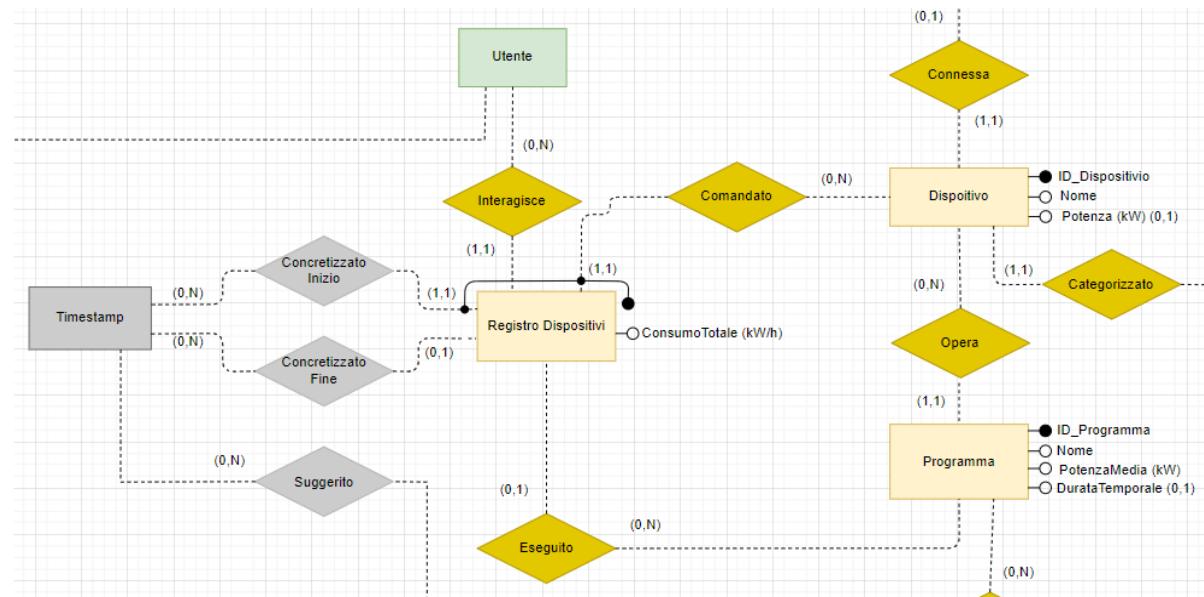
**Descrizione:** L'operazione analizzata permette di ricavare il consumo di una singola esecuzione di un dispositivo variabile non interrompibile attivata da un utente nel corso del tempo.

**Input:** InstantInizio (Istante di inizio della singola esecuzione), ID\_Dispositivo

**Output:** ConsumoTotale (kW/h)

**Frequenza giornaliera:** 5/gg

**Porzione del diagramma E/R interessata:**



#### **Porzione tavola dei volumi:**

Nome	Tipo	Volume	Motivazione
Dispositivo	E	18	Vengono considerati (3) dispositivi a consumo fisso, (11) a consumo variabile interrompibile e (4) a consumo variabile non interrompibile.
Programma	E	45	Effettuata una stima per cui i dispositivi variabili non interrompibili hanno più programmi (30) rispetto ai dispositivi variabili interrompibili (15)
Registro Dispositivi	E	56	Si ipotizza una giornata media di una persona, dispositivi come il frigorifero sono sempre accesi, altri come il forno vengono usati due volte al giorno, invece la televisione, ventilatore, macchinetta del caffè vengono usati più volte durante la giornata da tutti gli utenti.
Comandato	R	56	Collega registro dispositivo a dispositivo (1,1) dalla parte di registro
Eseguito	R	52	Collega registro dispositivo a programma (0,1) dalla parte di registro, non tutte le interazioni dell'utente vengono fatte con dei dispositivi aventi programma, per esempio i dispositivi a consumo fisso, non hanno programmi.
Timestamp	E	86400	Si considera che la maggior parte dei valori inseriti all'interno di questa tabella vengono salvati in seguito ad un inserimento di una riga all'interno dell'entità

			Contatore Bidirezionale.
Concretizzato Inizio	R	56	Collegato a registro dispositivo
Concretizzato Fine	R	56	Collegato a registro dispositivo

Tavola degli accessi [LETTURA SENZA RIDONDANZA]:

Nome Costrutto	Tipo Costrutto	Numero Op.	Tipo Op.	Motivazione
Comandato	R	3	L	Il dispositivo, in input, in media è comandato circa per tre volte al giorno $[56/18 = 3]$
Concretizzato Inizio	R	1	L	Ipotizziamo che quasi mai due dispositivi si accendono nello stesso momento.
Registro Dispositivi	E	1	L	Viene fatta una singola lettura all'interno del registro, viene letta la riga identificata dall'istante inizio e ID dispositivo.
Concretizzato Fine	R	1	L	Leggiamo il valore del timestamp, servirà a calcolare l'intervallo di tempo dell'esecuzione [Interv = IstanteFine - IstanteInizio]
Eseguito	R	1	L	Una singola esecuzione del dispositivo variabile è collegata ad un solo programma.
Programma	E	1	L	Corrisponde ad un unico programma, come abbiamo detto per la relazione eseguito. Ora andiamo a leggere la potenza media espressa in kW e la moltiplichiamo per l'intervallo di tempo misurato in ore, ottenendo così il consumo totale di quell'esecuzione espresso in kW/h [PotenzaMedia * (Interv / 3600)]

Costo in termini di operazioni elementari: 8

Costo giornaliero (Lettura senza Ridondanza):  $8 * 5 = 40$

**Introduzione Ridondanza:** Introduciamo come ridondanza l'attributo "ConsMoTotale" direttamente all'interno del registro dispositivo, così da ottenere subito il valore richiesto senza effettuare calcoli.

Tavola degli accessi [LETTURA CON RIDONDANZA]:

Nome Costrutto	Tipo Costrutto	Numero Op.	Tipo Op.	Motivazione
Comandato	R	3	L	Ogni dispositivo in media è comandato circa per tre volte al giorno $[56/18 = 3]$
Concretizzato Inizio	R	1	L	Ipotizziamo che quasi mai due dispositivi si accendono nello stesso momento.
Registro	E	1	L	Viene fatta una singola lettura

Dispositivi				all'interno del registro, viene letta la riga identificata dall'istante inizio e ID dispositivo. Viene inoltre letto il valore contenuto in: "ConsumoTotale"
-------------	--	--	--	---

**Costo in termini di operazioni elementari:** 5

**Costo giornaliero (Lettura con Ridondanza):**  $5 * 5 = 25$

**Descrizione:** Dato che abbiamo introdotto una ridondanza, abbiamo la necessità di capire se effettivamente il mantenimento di quest'ultima possa giovare alle prestazioni dell'operazione, per fare questo dobbiamo calcolare il costo derivato dal mantenimento della ridondanza, che avviene al momento dell'inserimento di un nuovo record in registro dispositivo.

Dato che l'inserimento viene fatto anche in assenza di questa ridondanza, calcoliamo anche il costo quindi dell'inserimento in assenza di quest'ultima.

**Input:** ID\_Utente, Istante Inizio, ID\_Dispositivo, ID\_Programma, Istante Fine (a fine esecuzione)

**Output:** nulla

**Frequenza giornaliera:** 56/gg (il numero di tuple dell'entità "Registro Dispositivo")

**Tavola degli accessi [INSERIMENTO SENZA RIDONDANZA]:**

Nome Costrutto	Tipo Costrutto	Numero Op.	Tipo Op.	Motivazione
Interagisce	R	1	S	Scrive che c'è stata un'interazione con un dispositivo dall'ID_Utente
Concretizzato Inizio	R	1	S	Scrive che c'è stata un'interazione con un dispositivo iniziata all'istante "IstanteInizio".
Comandato	R	1	S	Scrive che c'è stata un'interazione con il dispositivo "ID_Dispositivo"
Eseguito	R	1	S	Scrive che c'è stata un'interazione con un dispositivo che ha eseguito il programma "ID_Programma".
Concretizzato Inizio	R	1	L	Si legge l'istante di tempo in cui è cominciata l'operazione per identificare la riga nel registro.
Comandato	R	1	L	Si legge il dispositivo che ha effettuato l'operazione per identificare la riga nel registro.
Concretizzato Fine	R	1	S	Scrive l'istante in cui l'operazione è finita, dopo aver trovato la riga del registro che cercavamo.

**Costo in termini di operazioni elementari:** 12

**Costo giornaliero (Inserimento senza Ridondanza):**  $12 * 56 = 672$

**Tavola degli accessi [INSERIMENTO CON RIDONDANZA]:**

Nome Costrutto	Tipo Costrutto	Numero Op.	Tipo Op.	Motivazione
Interagisce	R	1	S	Scrive che c'è stata un'interazione con un dispositivo dall'ID_Utente
Concretizzato Inizio	R	1	S	Scrive che c'è stata un'interazione con un dispositivo iniziata all'istante "IstanteInizio".

				"IstanteInizio".
Comandato	R	1	S	Scrive che c'è stata un'interazione con il dispositivo "ID_Dispositivo"
Eseguito	R	1	S	Scrive che c'è stata un'interazione con un dispositivo che ha eseguito il programma "ID_Programma".
Concretizzato Inizio	R	1	L	Si legge l'istante di tempo in cui è cominciata l'operazione e leggiamo l'attributo "IstanteInizio", questo quando l'esecuzione del dispositivo termina, e quindi dobbiamo inserire l'istante di fine. Questa lettura è fatta in un istante temporale in avanti rispetto alle scorse scritture presentate nella medesima tavola degli accessi. Dobbiamo identificare la riga precisa per il registro dispositivo in questione.
Comandato	R	1	L	Si legge il dispositivo che ha effettuato l'operazione, dopo che l'esecuzione è terminata.
Registro Dispositivi	E	1	L	Abbiamo identificato la riga del registro.
Eseguito	R	1	L	Legge l'operazione che ha effettuato il programma.
Concretizzato Fine	R	1	S	Scrive l'istante in cui l'operazione è finita, dopo aver trovato la riga del registro che cercavamo.
Programma	E	1	L	Leggiamo l'attributo "PotenzaMedia"
Registro Dispositivi	E	1	S	Scriviamo dentro l'attributo "ConsumoTotale" il valore derivante dall'espressione: <b>PotenzaMedia * [(IstanteFine - IstanteInizio) / 3600]</b>

**Costo in termini di operazioni elementari:** 17

**Costo giornaliero (Inserimento con Ridondanza):**  $17 * 56 = 952$

Il numero di operazioni elementari effettuate in presenza di ridondanza sono  $(952 + 25) = 977$  che è maggiore di  $(672 + 40) = 712$ , quindi secondo questo confronto conviene non introdurre alcuna ridondanza

## Seconda operazione

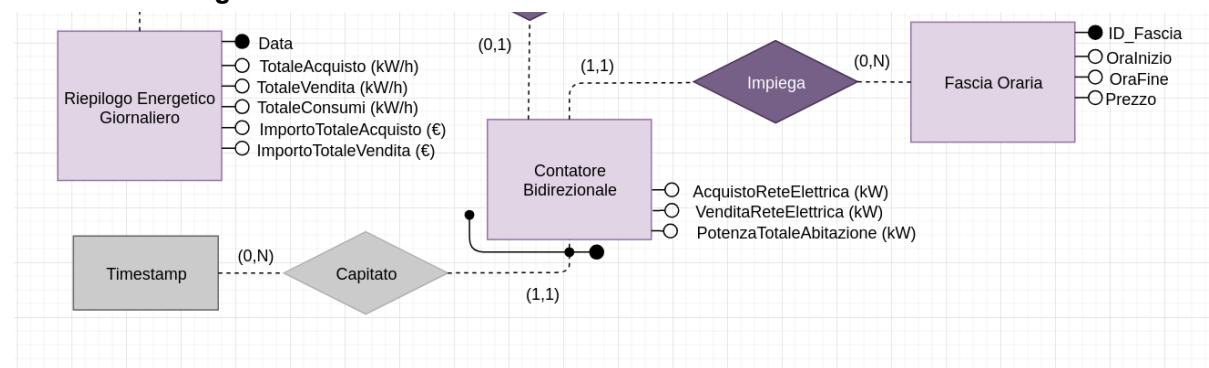
**Descrizione:** Realizzazione di un' operazione attua a capire l'entità economica dei flussi energetici dall'inizio del giorno all'istante in cui viene effettuata la richiesta di analisi. Restituirà un risultato attuo a comprendere l'ammontare di energia elettrica comprata dalla rete elettrica e la quantità di energia elettrica, prodotta dalle fonti rinnovabili dell'abitazione, venduta al sistema elettrico nazionale.

**Input:** Istante attuale, PrezzoVendita (€/kWh)

**Output:** TotaleVendita (kW/h), TotaleAcquisto (kW/h), ConsumoTotaleAbitazione (kW/h), ImportoTotaleAcquisto (€), ImportoTotaleVendita (€)

**Frequenza giornaliera:** 3/gg (tra cui una usata per aggiornare l'entità "Riepilogo Energetico Giornaliero")

#### **Porzione del diagramma E/R interessata:**



## Tavola dei volumi:

<b>Nome</b>	<b>Tipo</b>	<b>Volume</b>	<b>Motivazione</b>
Impiega	R	86400	Collega il contatore bidirezionale alla fascia oraria di acquisto
Fascia Oraria	E	3	Le fasce orarie sono: F1, F2, F3.
Contatore Bidirezionale	E	86400	Viene considerato lo scenario peggiore, in cui almeno uno dei flussi energetici cambia ogni secondo.
Timestamp	E	86400	Si considera che la maggior parte dei valori inseriti all'interno di questa tabella vengono salvati in seguito ad un inserimento di una riga all'interno dell'entità Contatore Bidirezionale.
Capitato	R	86400	Collegato a Contatore Bidirezionale

Tavola degli accessi:

<i>Nome Costrutto</i>	<i>Tipo Costrutto</i>	<i>Numero Op.</i>	<i>Tipo Op.</i>	<i>Motivazione</i>
Contatore Bidirezionale	E	43200	L	Si consideri la metà delle righe che l'entità in un giorno acquisirebbe, come una media matematica.
Capitato	R	43200	L	A questo punto possiamo calcolare i valori di ogni intervallo in (s) e di conseguenza calcolare i valori di EnergiaAcquista, EnergiaVenduta e PotenzaTotaleAbitazione. Per ciascuno di questi valori l'operazione da fare è la seguente: <b>Consumo (kW/h) =</b> <b>[Energia(kW)/(Intervallo(s)*3600)].</b> Inoltre possiamo già calcolare i valori di <u>TotaleVendita</u> e <u>TotaleAcquisto</u> espressi in (kWh) per ogni riga. Dopo questi valori vengono sommati assieme a quelli delle altre righe, ottenendo i totali di energia prelevata ed immessa nella rete elettrica fino a quel determinato momento. Adesso si calcolerà anche l' <u>ImportoTotaleVendita</u> che rappresenta la quantità descritta in precedenza in funzione economica. <b>ImportoTotaleVendita (€) =</b> <b>TotaleVendita(kWh) * PrezzoVendita (€/kWh)</b>
Impiega	R	43200	L	Dobbiamo fare altrettanti accessi in lettura per arrivare all'entità "FasciaOraria"
Fascia Oraria	E	43200	L	In questa entità interessa conoscere il prezzo di acquisto in corrispondenza dell'intervallo temporale che verrà valutato. Grazie a questa corrispondenza è possibile ricavare il prezzo specifico di acquisto in modo tale da ricavare effettivamente, sommando i vari importi di acquisto relativi ai differenti intervalli temporali di acquisto, il valore di <u>ImportoTotaleAcquisto</u> (per ogni riga) <b>ImportoTotaleAcquisto (€) =</b> <b>TotaleAcquisto (kWh) [relativo ad un intervallo temporale di una fascia oraria] * Prezzo (€) [ relativo alla medesima fascia oraria]</b> Infine si effettua la sommatoria dei singoli valori ricavati per ciascun intervallo, restituendo così l'importo globale esatto.

Costo in termini di operazioni elementari: 172800

Costo giornaliero (Inserimento con Ridondanza):  $172800 * 3 = 518400$

## Terza operazione

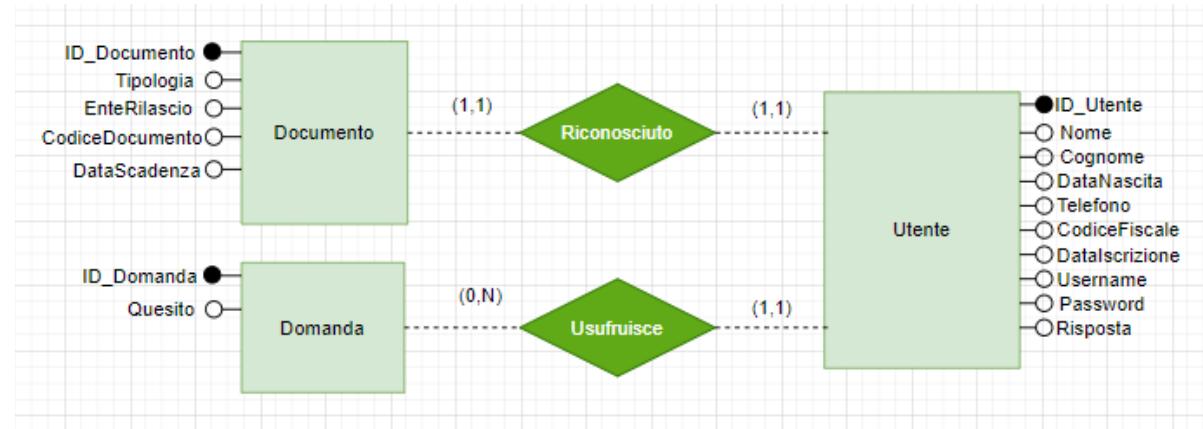
**Descrizione:** Realizzazione di una query attua all'inserimento di un nuovo utente all'interno della base di dati, accreditandosi attraverso i rispettivi documenti e domanda di sicurezza.

**Input:** EnteRilascio, CodiceDocumento, DataScadenza, Tipologia, Nome, Cognome, DataNascita, Telefono, CodiceFiscale, Username, Password, Risposta, ID\_Domanda

**Output:** nulla

**Frequenza:** 4 (questa sarà un'operazione che verrà effettuata una sola volta per ogni utente, quindi ipotizziamo che la facciano tutti il solito giorno, ma per una sola volta)

**Porzione del diagramma E/R interessata:**



**Porzione tavola dei volumi:**

Nome	Tipo	Volume	Motivazione
Utente	E	4	E' considerata una famiglia di quattro persone.
Documento	E	4	Ogni utente è riconosciuto da un solo documento.
Riconosciuto	R	4	Collega utente a documento, sono in corrispondenza (1,1)
Usufruisce	R	4	Ogni utente usufruisce di una domanda di sicurezza.

**Tavola degli accessi:**

<i>Nome Costrutto</i>	<i>Tipo Costrutto</i>	<i>Numero Op.</i>	<i>Tipo Op.</i>	<i>Motivazione</i>
Utente	E	1	S	Scriviamo tutti i dati relativi all'utente all'interno dell'entità: <i>Nome, Cognome, DataNascita, Telefono, CodiceFiscale, Username, Password, Risposta</i>
Documento	E	1	S	Scriviamo tutti i dati relativi al documento che riconosce l'utente: <i>EnteRilascio, CodiceDocumento, DataScadenza, Tipologia</i>
Riconosciuto	R	1	S	Scrivere una istanza in questa relazione per collegare l'utente appena inserito con il suo documento, anch'esso appena inserito.
Usufruisce	R	1	S	Collega l'utente con l'entità Domanda attraverso la seguente relazione, aggiungendo una nuova istanza in essa, conoscendo sia l' <i>ID_Utente</i> (appena inserito) e l' <i>ID_Domanda</i> .

**Costo in termini di operazioni elementari: 8**

**Costo giornaliero (Inserimento con Ridondanza):  $8 * 4 = 24$**

## Quarta operazione

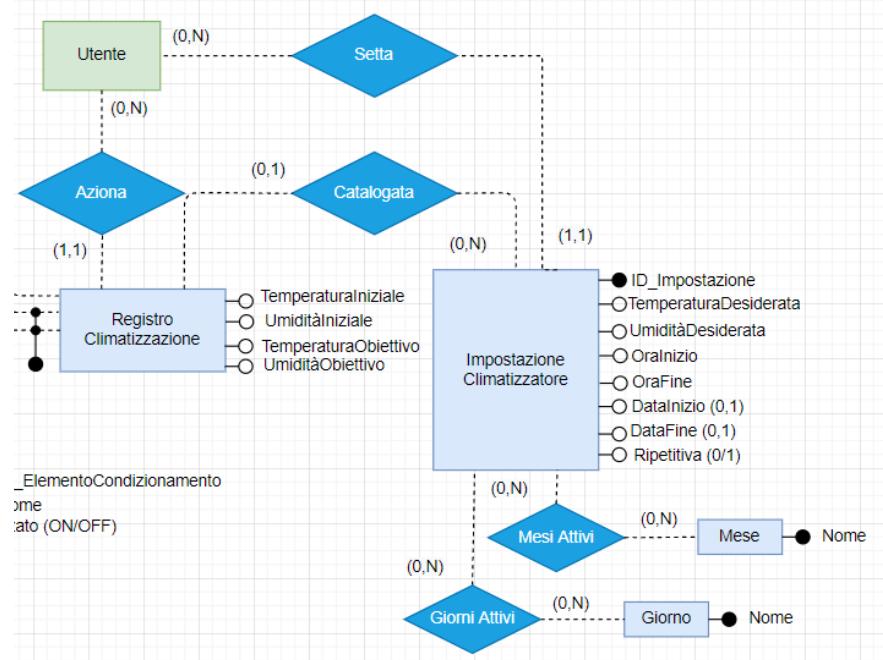
**Descrizione:** Realizzazione di una query attua all'inserimento nella base di dati di una nuova impostazione ricorrente di condizionamento.

**Input:** TemperaturaDesiderata, UmiditaDesiderata, Oralnizio, OraFine, Ripetitiva, Mesi, Giorni, ID\_Utente

**Output:** non pervenuto

**Frequenza giornaliera:** 1/gg

**Porzione di diagramma E/R interessata:**



**Porzione della tavola dei volumi:**

Nome	Tipo	Volume	Motivazione
Utente	E	4	E' considerata una famiglia di quattro persone.
Impostazione Climatizzatore	E	24	Viene considerato un gruppo di quattro impostazioni ripetitive (4), una per stagione, inoltre un pool di venti (20) impostazioni non ripetitive che nel corso di un anno si stima una famiglia di quattro persone possa generare
Riferito	R	216	Relazione N to N che collega Impostazione Climatizzatore con il/i condizionatori a cui è stata applicata una particolare impostazione. Ipotizziamo che tutti i termostifoni (9) sono programmati tramite ogni impostazione (24). Quindi il numero delle righe della relazione sarà data dalla moltiplicazione tra 24 e 9
Mese	E	12	Mesi dell'anno
Giorno	E	7	Giorni della settimana
Mesi attivi	R	12	Vengono effettuate quattro operazioni ripetitive, una per stagione, quindi dato che una stagione è composta da tre mesi, il contenuto della relazione è formato da tre per quattro righe.
Giorni attivi	R	28	Calcolati poiché per effettuare quattro impostazioni ripetitive per ogni stagione, i giorni da inserire in tale

			impostazioni sono quelli di un'intera settimana, cioè sette, allora calcoliamo il volume della relazione con il prodotto tra quattro e sette, ( $4*7 = 28$ )
Setta	R	24	Collega l'impostazione condizionamento all'utente che l'ha impostata (1,1) dalla parte delle impostazioni climatizzazione.

Tavola degli accessi:

Nome Costrutto	Tipo Costrutto	Numero Op.	Tipo Op.	Motivazione
Impostazione Climatizzatore	E	1	S	Vengono scritti i valori come: "TemperaturaDesiderata", "UmiditaDesiderata", "OraInizio", "OraFine", "Ripetitiva", ripetitiva per questa operazione è un valore che sappiamo comunque a priori, poiché da richiesta si sta inserendo un'impostazione ripetitiva.
Setta	R	1	S	Viene scritto l'utente che setta l'impostazione.
Mesi Attivi	R	3	S	Come da ipotesi, precedentemente fatta nella tavola dei volumi, un'impostazione ripetitiva ipotizziamo che sia valida per tre mesi.
Giorni Attivi	R	7	S	Come da ipotesi, precedentemente fatta nella tavola dei volumi, un'impostazione ripetitiva ipotizziamo che sia valida per sette giorni.
Riferito	R	9	S	In media ogni impostazione del climatizzatore è riferita a 9 termosifoni.

**Costo in termini di operazioni elementari:** 33

**Costo giornaliero:**  $33 * 1 = 33$

## Quinta Operazione

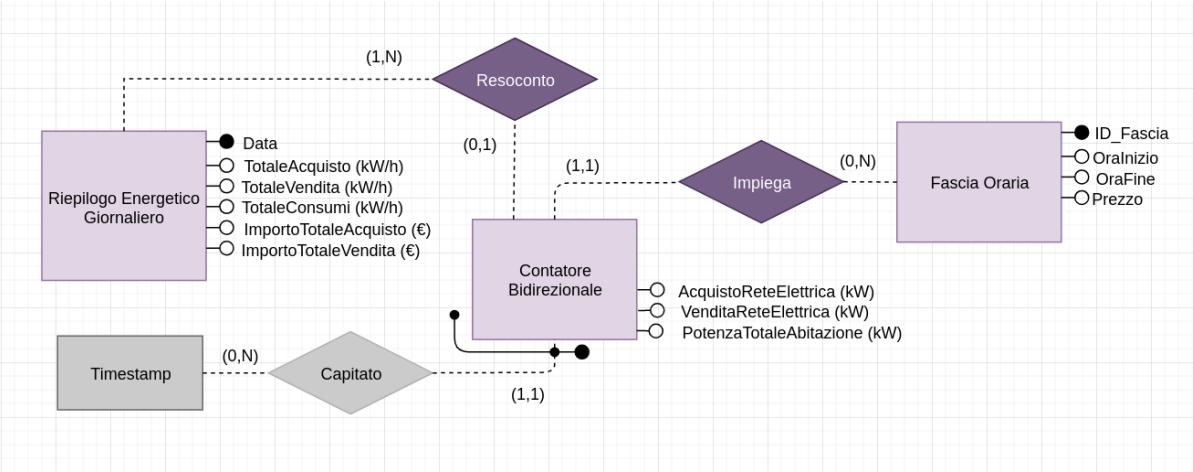
**Descrizione:** Realizzazione di una operazione attua alla lettura dei dati riepilogativi giornalieri sull'impiego dei flussi energetici dell'abitazione di un dato giorno, anche in forma di importo monetario. Tale operazione verrà realizzata in presenza ed in assenza di una ridondanza specifica "Riepilogo Energetico Giornaliero" al fine di selezionare la modalità più efficiente.

**Input:** Data del giorno.

**Output:** TotaleAcquisto, TotaleVendita, TotaleConsumi, ImportoTotaleAcquisto, ImportoTotaleVendita

**Frequenza giornaliera:** 3/gg

**Porzione di diagramma E/R interessata:**



**Porzione della tavola dei volumi:**

Nome	Tipo	Volume	Motivazione
Contatore Bidirezionale	E	86400	Viene considerato lo scenario peggiore, in cui almeno uno dei flussi energetici cambia ogni secondo.
Impiega	R	86400	Collega il contatore bidirezionale alla fascia oraria di acquisto
Fascia Oraria	E	3	Le fasce orarie sono: F1, F2, F3.
Riepilogo Energetico Giornaliero	E	1	Contiene una riga per ogni giorno, calcolato alla fine della giornata.
Resoconto	R	1	Collega il contatore bidirezionale al riepilogo giornaliero energetico (1,1) dalla parte di riepilogo giornaliero e (0,1) dalla parte del contatore bidirezionale.
Timestamp	E	86400	Si considera che la maggior parte dei valori inseriti all'interno di questa tabella vengono salvati in seguito ad un inserimento di una riga all'interno dell'entità Contatore Bidirezionale.
Capitato	R	86400	Collegato a Contatore Bidirezionale

Tavola degli accessi [LETTURA SENZA RIDONDANZA]:

<i>Nome Costrutto</i>	<i>Tipo Costrutto</i>	<i>Numero Op.</i>	<i>Tipo Op.</i>	<i>Motivazione</i>
Contatore Bidirezionale	E	86400	L	Leggiamo tutte le righe del giorno precedente, conoscendo da input, la data di quest'ultimo.
Capitato	R	86400	L	A questo punto possiamo calcolare i valori di ogni intervallo in (s) e di conseguenza calcolare i valori di EnergiaAcquista, EnergiaVenduta e PotenzaTotaleAbitazione di tutta la giornata. Per ciascuno di questi valori l'operazione da fare è la seguente: <b>Consumo (kW/h) =</b> <b>[Energia(kW)/(Intervallo(s)*3600)].</b> Inoltre possiamo già calcolare i valori di <u>TotaleVendita</u> e <u>TotaleAcquisto</u> espressi in (kWh) per ogni riga. Dopo questi valori vengono sommati assieme a quelli delle altre righe, ottenendo i totali di energia prelevata ed immessa nella rete elettrica del giorno precedente. Adesso si calcolerà anche l' <u>Importo Totale Vendita</u> che rappresenta la quantità descritta in precedenza in funzione economica. <b>ImportoTotaleVendita (€) =</b> <b>TotaleVendita(kWh) * PrezzoVendita (€/kWh)</b>
Impiega	R	86400	L	Dobbiamo fare altrettanti accessi in lettura per arrivare all'entità "FasciaOraria"
Fascia Oraria	E	86400	L	In questa entità interessa conoscere il prezzo di acquisto in corrispondenza dell'intervallo temporale che verrà valutato. Grazie a questa corrispondenza è possibile ricavare il prezzo specifico di acquisto in modo tale da ricavare effettivamente, comandando i vari importi di acquisto relativi ai differenti intervalli temporali di acquisto, il valore di <u>Importo Totale Acquisto</u> (per ogni riga) <b>ImportoTotaleAcquisto (€) =</b> <b>TotaleAcquisto (kWh) [relativo ad un intervallo temporale di una fascia oraria] * Prezzo (€) [relativo alla medesima fascia oraria]</b> Infine si effettua la sommatoria dei singoli valori ricavati per ciascun intervallo, restituendo così l'importo globale esatto per il giorno precedente.

**Costo in termini di operazioni elementari:** 345 600

**Costo giornaliero:**  $345\ 600 * 3 = 1\ 036\ 800$

**Tavola degli accessi [LETTURA CON RIDONDANZA]:**

Nome Costrutto	Tipo Costrutto	Numero Op.	Tipo Op.	Motivazione
Riepilogo Energetico Giornaliero	E	1	L	Si accede direttamente alla riga corrispondente grazie alla data che è passata come input. In questa relazione, per restituire i dati desiderati in output, basta leggere tutti i suoi attributi: <i>TotaleAcquisto</i> , <i>TotaleVendita</i> , <i>TotaleConsumi</i> , <i>ImportoTotaleAcquisto</i> , <i>ImportoTotaleVendita</i>

**Costo in termini di operazioni elementari:** 1

**Costo giornaliero:**  $1 * 3 = 3$

Come si vede da queste due tavole degli accessi, la ridondanza sembra ottimizzare benissimo l'operazione, ma quest'ultima ha bisogno anche di essere mantenuta. Il suo mantenimento è l'inserimento di questi dati all'interno dell'entità ridondante una volta al giorno.

Si controlli adesso, se davvero conviene il suo mantenimento.

**Input:** Data del giorno precedente.

**Output:** nulla

**Frequenza giornaliera:** 1/gg

**Tavola degli accessi [MANTENIMENTO RIDONDANZA]:**

Nome Costrutto	Tipo Costrutto	Numero Op.	Tipo Op.	Motivazione
Contatore Bidirezionale	E	86400	L	Leggiamo tutte le righe del giorno appena passato, conoscendo da input, la data di quest'ultimo.
Capitato	R	86400	L	A questo punto possiamo calcolare i valori di ogni intervallo in (s) e di conseguenza calcolare i valori di EnergiaAcquista, EnergiaVenduta e PotenzaTotaleAbitazione di tutta la giornata appena passata. Per ciascuno di questi valori l'operazione da fare è la seguente: <b>Consumo (kW/h) =</b> <b>[Energia(kW)/(Intervallo(s)*3600)]</b> . Inoltre possiamo già calcolare i valori di <u>TotaleVendita</u> e <u>TotaleAcquisto</u> espressi in (kWh) per ogni riga. Dopo questi valori vengono sommati assieme a quelli delle altre righe, ottenendo i totali di energia prelevata ed immessa nella rete elettrica nell'intera giornata di ieri. Adesso si calcolerà anche l' <u>ImportoTotaleVendita</u> che rappresenta la quantità descritta in

				precedenza in funzione economica. <b>ImportoTotaleVendita (€) =</b> <b>TotaleVendita(kWh) * PrezzoVendita (€/kWh)</b>
Impiega	R	86400	L	Si deve fare altrettanti accessi in lettura per arrivare all'entità "FasciaOraria"
Fascia Oraria	E	86400	L	In questa entità interessa conoscere il prezzo di acquisto in corrispondenza dell'intervallo temporale che verrà valutato. Grazie a questa corrispondenza è possibile ricavare il prezzo specifico di acquisto in modo tale da ricavare effettivamente, sommando i vari importi di acquisto relativi ai differenti intervalli temporali di acquisto, il valore di <b>ImportoTotaleAcquisto</b> (per ogni riga) <b>ImportoTotaleAcquisto (€) =</b> <b>TotaleAcquisto (kWh) [relativo ad un intervallo temporale di una fascia oraria] * Prezzo (€) [ relativo alla medesima fascia oraria]</b> Infine si effettua la sommatoria dei singoli valori ricavati per ciascun intervallo, ottenendo così l'importo globale esatto per tutta la giornata.
Riepilogo Energetico Giornaliero	E	1	S	Scriviamo i valori dei seguenti dati che abbiamo appena calcolato all'interno dei rispettivi attributi di questa entità.
Resoconto	R	1	S	Colleghiamo un'istanza dell'entità Contatore Bidirezionale (l'ultima riga del giorno appena concluso) con la nuova istanza appena inserita in Riepilogo Energetico Giornaliero.

**Costo in termini di operazioni elementari:** 345 604

**Costo giornaliero:**  $345\ 604 \times 1 = 345\ 604$

**Costo operazione senza ridondanza:** 1 036 800

**Costo operazione con ridondanza + Costo mantenimento ridondanza:**  $3 + 345\ 604 = 345\ 607$

Dato che  $345\ 607 < 1\ 036\ 800$  in termini di accessi, allora *conviene assolutamente tenere la ridondanza*.

## Sesta operazione

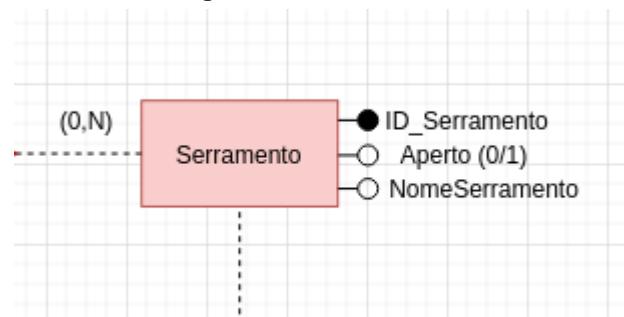
**Descrizione:** Realizzazione di una query che permetta di ricavare l'elenco, sotto forma di tabella, di tutti i serramenti aperti all'istante in cui viene effettuata la richiesta

**Input:** non pervenuto

**Output:** Tabella contenente come unico attributo il nome del serramento.

**Frequenza giornaliera:** 5/gg

**Porzione di diagramma E/R interessata:**



**Porzione della tavola dei volumi:**

Nome	Tipo	Volume	Motivazione
Serramento	E	10	Si considera che ogni finestra (9) e la porta per l'esterno (1) ha un serramento associato)

**Tavola degli accessi:**

Nome Costrutto	Tipo Costrutto	Numero Op.	Tipo Op.	Motivazione
Serramento	E	10	L	Vengono controllati tutte le tuple dell'entità "Serramento" e vengono riportate all'utente quelle con Aperto = 1.

**Costo in termini di operazioni elementari:** 10

**Costo giornaliero:**  $10 * 5 = 50$

# Settima operazione

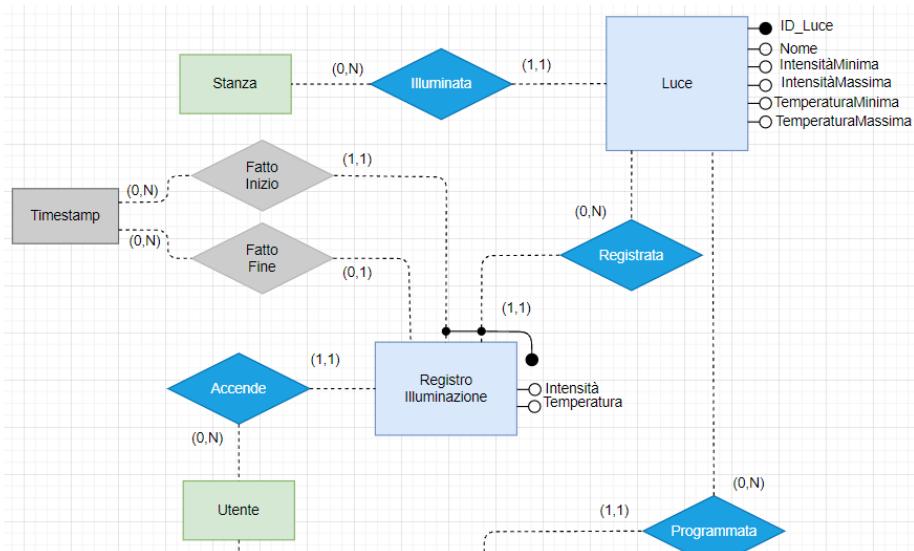
**Descrizione:** Realizzazione di una query che permetta di registrare nella base di dati un'interazione generica che coinvolge un utente ed un dispositivo di illuminazione.

**Input:** Intensita, Temperatura, ID\_Utente, InstanteInizio, InstanteFine, ID\_Luce

**Output:** non pervenuto

**Frequenza giornaliera:** 176/gg

**Porzione di diagramma E/R interessata:**



**Tavola dei volumi:**

Nome	Tipo	Volume	Motivazione
Luce	E	50	Il numero delle luci all'interno della casa è calcolato partendo dall'ipotesi che in ogni stanza ci siano quattro luci principali al soffitto, inoltre in alcune stanze ci sono luci particolari come bajour, lampade da letto...
Registro Illuminazione	E	176	Si consideri che in media un utente entri in dieci (10) stanze in un giorno, ogni stanza contiene quattro (4) luci come abbiamo detto, quindi ogni utente accende centosessanta ( $10 \times 4 \times 4 = 160$ ) luci, poi si consideri che le luci della cucina vengono accese assieme da più utenti, dato che accedono nello stesso momento, in più momenti della giornata come mattina, pranzo e cena, quindi sommiamo tre per quattro ( $3 \times 4 = 12$ ). Infine si suppone che ogni utente accenda la sera andando a dormire la lampada da letto, quindi sommiamo altre quattro luci (4).
Accende	E	176	Collega registro illuminazione all'utente che effettua l'interazione con la specifica lampadina.
Registrata	R	176	Collega il registro illuminazione all'entità luce, ogni interazione si riferisce ad un'unica lampadina
Utente	E	4	E' considerata una famiglia di quattro persone.
Timestamp	E	86400	Si considera che la maggior parte dei valori inseriti all'interno di questa tabella vengono salvati in seguito ad un inserimento di una riga all'interno dell'entità Contatore Bidirezionale.

Fatto Inizio	R	176	Collegato a registro illuminazione
Fatto Fine	R	176	Collegato a registro illuminazione

**Tavola degli accessi:**

Nome Costrutto	Tipo Costrutto	Numero Op.	Tipo Op.	Motivazione
Registrata	R	1	S	Scrittura dell'ID_Luce che è stato acceso.
Fatto Inizio	R	1	S	Scrittura dell'IstanteInizio, in cui la luce è stata accesa.
Accende	R	1	S	Scrittura dell'ID_Utente che ha acceso la lampadina.
Registro Illuminazione	E	1	S	Scriviamo all'interno del registro, il valore della Temperatura e dell'Intensità della luce.
Registrata	R	1	L	Lettura dell'ID_Luce dopo che è stata spenta.
Fatto Inizio	R	1	L	Lettura dell'IstanteInizio, in cui la luce è stata accesa, dopo che è stata spenta.
Fatto Fine	R	1	S	Scrittura dell'IstanteFine, in cui la luce è stata spenta.

**Costo in termini di operazioni elementari:** 12

**Costo giornaliero:**  $12 * 176 = 2112$

## Ottava Operazione

**Descrizione:** Realizzazione di un'operazione che permetta di calcolare il consumo energetico di una specifica esecuzione di un dispositivo di climatizzazione.

**Input:** ID\_ElementoCondizionamento, IstanteInizio

**Output:** ConsumoEnergetico (kW/h)

**Frequenza giornaliera:** 8/gg

**Porzione di diagramma E/R interessata:**

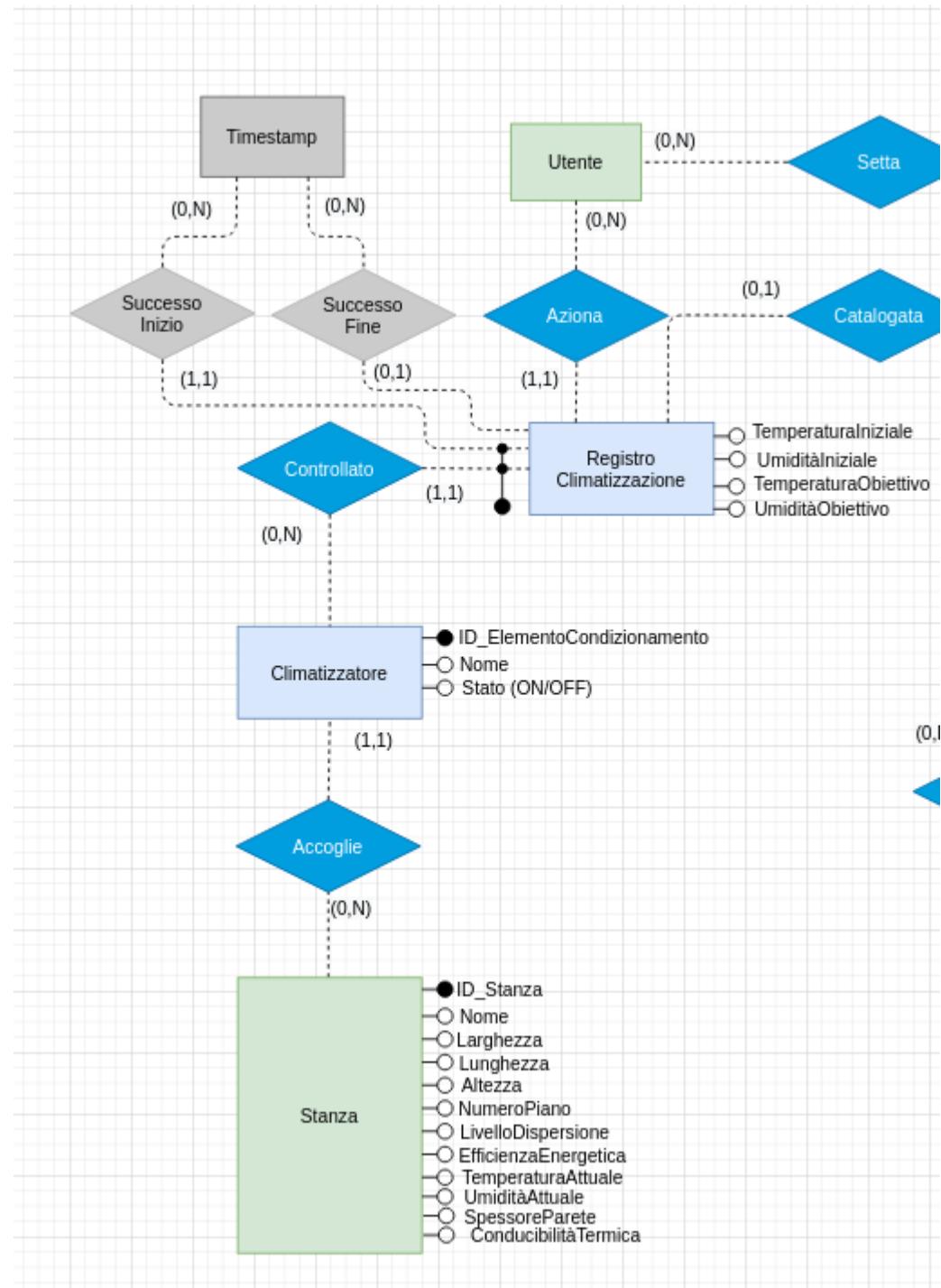


Tavola dei volumi:

Nome	Tipo	Volume	Motivazione
Stanza	E	10	Viene considerato il numero di stanze in media in una villetta.
Climatizzatore	E	11	Vengono considerati come climatizzatori nove termosifoni (uno in ogni stanza, non considerando il corridoio) e due condizionatori.
Accoglie	R	11	Collega climatizzatore all'entità stanza (1,1) dalla parte del climatizzatore, non tutte le stanze hanno climatizzatori, alcune ne potrebbero avere anche più di uno.
Registro Climatizzazione	E	13	Si considera che la sera di inverno vengano attivati tutti i condizionatori (11), anche durante la giornata è possibile magari che essi vengano accesi, anche se meno probabilmente. (2)
Controllato	R	13	Collega il registro climatizzazione al climatizzatore, (1,1) dalla parte del registro.
Successo Inizio	R	13	Collegato a registro condizionatore
Successo Fine	R	13	Collegato a registro condizionatore

Tavola degli accessi:

Nome Costrutto	Tipo Costrutto	Numero Op.	Tipo Op.	Motivazione
Controllato	R	1	L	Si conosce da input il valore dell'ID_Condizionamento quindi recuperiamo la riga in questa relazione.
Successo Inizio	R	1	L	Permette di ricavare l'istante temporale di avvio dell'impostazione di condizionamento
Successo Fine	R	1	L	Permette di ricavare l'istante temporale di fine dell'impostazione di condizionamento
Climatizzatore	E	1	L	Dato un elemento di condizionamento è possibile capire dove è posizionato all'interno dell'abitazione in modo da identificare la stanza.
Accoglie	R	1	L	Collegato a climatizzatore
Stanza	E	1	L	Con stanza viene identificato l'ambiente dove viene eseguita l'impostazione di condizionamento. Attraverso questa entità è possibile ricavare il <i>coefficiente di conducibilità termica, spessore delle pareti, larghezza, lunghezza, altezza</i> . Ipotizzando una stanza rettangolare o quadrata calcoliamo la superficie totale delle pareti: <b>SuperficiePareti = (Altezza * Lunghezza + Altezza * Larghezza) * 2</b>

Registro Climatizzatore	E	1	L	<p>In questa entità ci interessa il valore della temperatura obiettivo e quella iniziale poiché si deve trovare la differenza di gradi che l'elemento di condizionamento ha portato. Quindi la calcoliamo nel seguente modo:</p> <p><b>DeltaGradi =   TemperaturaAttuale - TemperaturaObiettivo  </b></p> <p>Adesso facciamo la stessa cosa con gli istanti temporali:</p> <p><b>DeltaTempo = IstanteFine - IstanteInizio</b></p> <p>Adesso calcoliamo la potenza necessaria a modificare di un grado la temperatura della stanza nel seguente modo:</p> <p><b>Potenza1Grado = SpessoreParete * CoefficienteConducibilitaTermica * SuperficiePareti</b></p> <p>Possiamo adesso moltiplicare il valore trovato per i gradi di differenza e trovare la potenza totale che è stata necessaria, ed infine moltiplicare questo valore per il numero di ore per cui i condizionatori sono stati in esecuzione. Facciamo tutto questo in un'unica formula:</p> <p><b>ConsumoEnergetico = Potenza1Grado * DeltaGradi * (DeltaTempo /3600)</b></p> <p>Questo è esattamente il valore che si desiderava in uscita.</p>
-------------------------	---	---	---	--

**Costo in termini di operazioni elementari: 7**

**Costo giornaliero: 7 \* 8 = 56**

# Modello Logico

Segue il modello Logico; per mantenere un'omogeneità all'interno della documentazione, le varie sezioni del modello logico rispetteranno le colorazioni delle sezioni di provenienza impiegate durante la modellazione concettuale. Le chiavi interne verranno rappresentate attraverso la sottolineatura degli attributi facenti parte. Le chiavi esterne verranno rappresentate attraverso un “asterisco” (\*).

**Documento** (ID\_Documento, Tipologia, EnteRilascio, CodiceDocumento, DataScadenza)  
**Domanda** (ID\_Domanda, Quesito)  
**Utente** (ID\_Utente, Nome, Cognome, DataNascita, Telefono, CodiceFiscale, Datascrizione, Username, Password, Risposta, *ID\_Domanda\**, *ID\_Documento\**)  
**PuntoCardinale** (ID\_PuntoCardinale, Nome)  
**Stanza** (ID\_Stanza, Nome, Larghezza, Lunghezza, Altezza, NumeroPiano, TemperaturaAttuale, UmiditàAttuale, SpessoreParete, CoducibilitaTermica)  
**PuntoDiAccesso** (ID\_PuntoDiAccesso, Nome, Aperto, *ID\_Stanza1\**, *ID\_Stanza2\**, *ID\_PuntoCardinale\**)  
**SmartPlug** (ID\_SmartPlug, Nome, StatoConnessione, StatoUscita, *ID\_Stanza\**)  
**TipologiaDispositivo** (ID\_TipologiaDispositivo, Nome)  
**Dispositivo** (ID\_Dispositivo, Nome, Potenza, *ID\_SmartPlug\**, *ID\_TipologiaDispositivo\**)  
**Programma** (ID\_Programma, Nome, PotenzaMedia, DurataTemporale, *ID\_Dispositivo\**)  
**Suggerimento** (ID\_Suggerimento, Accettato, Convenienza, *ID\_Programma\**, *ID\_Utente\**, *Istante\**)  
**RegistroDispositivo** (*IstanteInizio\**, ID\_Dispositivo, *ID\_Programma\**, *ID\_Utente\**, *IstanteFine\**)  
**FasciaOraria** (ID\_FasciaOraria, Oralnizio, OraFine, Prezzo)  
**RiepilogoEnergeticoGiornaliero** (Data, TotaleAcquisto, TotaleVendita, TotaleConsumi, ImportoTotaleAcquisto, ImportoTotaleVendita)  
**ContatoreBidirezionale** (Istante\*, AcquistoReteElettrica, VenditaReteElettrica, PotenzaTotaleAbitazione, *ID\_FasciaOraria\**, *DataRiepilogo\**)  
**Climatizzatore** (ID\_Climatizzatore, Nome, Acceso, *ID\_Stanza\**)  
**Mese** (Numero, Nome)  
**Giorno** (Numero, Nome)  
**ImpostazioneClimatizzatore** (ID\_ImpostazioneClimatizzatore, TemperaturaDesiderata, UmiditàDesiderata, Oralnizio, OraFine, DataInizio, DataFine, Ripetitiva, *ID\_Utente\**)  
**MesiAttivi** (*ID\_ImpostazioneClimatizzatore\**, NumeroMese\*)  
**GiorniAttivi** (*ID\_ImpostazioneClimatizzatore\**, NumeroGiorno\*)  
**Riferito** (ID\_Climatizzatore\*, ID\_ImpostazioneClimatizzatore\*)  
**RegistroClimatizzatore** (ID\_Climatizzatore\*, *IstanteInizio\**, Temperaturalniziale, Umiditalniziale, TemperaturaObiettivo, UmiditaObiettivo, *ID\_Utente\**, *ID\_ImpostazioneClimatizzazione\**, *IstanteFine\**)  
**Luce** (ID\_Luce, Nome, IntensitaMinima, IntensitaMassima, TemperaturaMinima, TemperaturaMassima, *ID\_Stanza\**)  
**ImpostazioneLuce** (ID\_ImpostazioneLuce, Nome, Temperatura, Intensita, *ID\_Utente\**, *ID\_Luce\**)  
**Registrolluminazione** (*IstanteInizio\**, ID\_Luce\*, Intensita, Temperatura, *IstanteFine\**, *ID\_Utente\**)  
**RegistroAccessi** (ID\_Utente\*, *IstanteInizio\**, *IstanteFine\**, Entrata\*, Uscita\*, Permanenza)  
**RegistroIntrusioni** (ID\_Intrusione, PercorsoFotografia, Permanenza, *IstanteInizio\**, *IstanteFine\**, Infiltrazione\*, Fuga\*)  
  
**Serramento** (ID\_Serramento, Nome, Aperto, *ID\_PuntoDiAccesso\**)  
**RegistroSerramenti** (ID\_Serramento\*, Istante\*, Statolstantaneo, *ID\_Utente\**)  
  
Timestamp (Istante, TemperaturaEsterna)

## Vincoli Integrità Referenziale

La seguente sezione elencherà tutti i vincoli di integrità referenziale che compongono lo schema logico descritto nei paragrafi precedenti.

Per ciascun vincolo, nella prima colonna della tabella verrà inserito l'attributo della relazione in formato *Relazione*→*Attributo*, nella seconda colonna l'elemento a cui si riferisce attraverso il medesimo formato di scrittura.

Come sancisce la definizione di Vincolo di Integrità Referenziale: il valore assunto dai record per gli attributi di sinistra debba apparire tra i record della relazione di destra.

<i>Relazione</i>	<i>Referenza</i>
Utente→ID_Domanda	Domanda→ID_Domanda
Utente→ID_Documento	Documento→ID_Documento
PuntoDiAccesso→ID_Stanza1	Stanza→ID_Stanza
PuntoDiAccesso→ID_Stanza2	Stanza→ID_Stanza
PuntoDiAccesso→ID_PuntoCardinale	PuntoCardinale→ID_PuntoCardinale
SmartPlug→ID_Stanza	Stanza→ID_Stanza
Dispositivo→ID_SmartPlug	SmartPlug→ID_SmartPlug
Dispositivo→ID_TipologiaDispositivo	TipologiaDispositivo→ID_TipologiaDispositivo
Programma→ID_Dispositivo	Dispositivo→ID_Dispositivo
Suggerimento→ID_Programma	Programma→ID_Programma
Suggerimento→ID_Utente	Utente→ID_Utente
Suggerimento→Istante	Timestamp→Istante
RegistroDispositivo→ID_Utente	Utente→ID_Utente
RegistroDispositivo→Istantelnizio	Timestamp → Istantelnizio
RegistroDispositivo→ID_Dispositivo	Dispositivo→ID_Dispositivo
RegistroDispositivo→ID_Programma	Programma→ID_Programma
RegistroDispositivo→IstanteFine	Timestamp→Istante
ContatoreBidirezionale→Istante	Timestamp→Istante
ContatoreBidirezionale→ID_FasciaOraria	FasciaOraria→ID_FasciaOraria
ContatoreBidirezionale→DataRiepilogo	RiepilogoEnergeticoGiornaliero→Data
Climatizzatore→ID_Stanza	Stanza→ID_Stanza
ImpostazioneClimatizzatore→ID_Utente	Utente→ID_Utente
MesiAttivi→ID_ImpostazioneClimatizzatore	ImpostazioneClimatizzatore→ID_ImpostazioneClimatizzatore
MesiAttivi→NumeroMese	Mese→Numero
GiorniAttivi→ID_ImpostazioneClimatizzatore	ImpostazioneClimatizzatore→ID_ImpostazioneClimatizzatore

	imatizzatore
GiorniAttivi→NumeroGiorno	Giorno→Numero
Riferito→ID_Climatizzatore	Climatizzatore→ID_Climatizzatore
Riferito→ID_ImpostazioneClimatizzatore	ImpostazioneClimatizzatore→ID_ImpostazioneClimatizzatore
RegistroClimatizzatore→ID_Climatizzatore	Climatizzatore→ID_Climatizzatore
RegistroClimatizzatore→IstanteInizio	Timestamp→Istante
RegistroClimatizzatore→IstanteFine	Timestamp→Istante
RegistroClimatizzatore→ID_ImpostazioneClimatizzatore	ImpostazioneClimatizzatore→ID_ImpostazioneClimatizzatore
RegistroClimatizzazione→ID_Utente	Utente→ID_Utente
Luce→ID_Stanza	Stanza→ID_Stanza
ImpostazioneLuce→ID_Luce	Luce→ID_Luce
ImpostazioneLuce→ID_Utente	Utente→ID_Utente
Registrolluminazione→IstanteInizio	Timestamp→Istante
Registrolluminazione→ID_Luce	Luce→ID_Luce
Registrolluminazione→IstanteFine	Timestamp→Istante
Registrolluminazione→ID_Utente	Utente→ID_Utente
RegistroAccessi→ID_Utente	Utente→ID_Utente
RegistroAccessi→IstanteInizio	Timestamp→Instante
RegistroAccessi→IstanteFine	Timestamp→Istante
RegistroAccessi→Entrata	PuntoDiAccesso→ID_PuntoDiAccesso
RegistroAccessi→Uscita	PuntoDiAccesso→ID_PuntoDiAccesso
RegistroIntrusioni→IstanteInizio	Timestamp→Istante
RegistroIntrusioni→IstanteFine	Timestamp→Istante
RegistroIntrusioni→Infiltrazione	PuntoDiAccesso→ID_PuntoDiAccesso
RegistroIntrusioni→Fuga	PuntoDiAccesso→ID_PuntoDiAccesso
Serramento→ID_PuntoDiAccesso	PuntoDiAccesso→ID_PuntoDiAccesso
RegistroSerramenti→ID_Serramento	Serramento→ID_Serramento
RegistroSerramenti→Istante	Timestamp→Istante
RegistroSerramenti→ID_Utente	Utente→ID_Utente

# Normalizzazione

Al fine di eliminare le ridondanze ed il rischio di incoerenza nella base di dati, nella seguente sezione verrà applicato il procedimento di verifica della normalizzazione in forma BCNF (Boyce-Codd Normal Form). Saranno analizzate tutte le strutture descritte precedentemente nel modello logico e discusse punto a punto.

**Documento** (**ID\_Documento**, Tipologia, EnteRilascio, CodiceDocumento, DataScadenza)

**ID\_Documento** → Tipologia, EnteRilascio, CodiceDocumento, DataScadenza

Già normalizzata secondo la forma BCNF

**Domanda** (**ID\_Domanda**, Quesito)

**ID\_Domanda** → Quesito

Già normalizzata secondo la forma BCNF

**Utente** (**ID\_Utente**, Nome, Cognome, DataNascita, Telefono, CodiceFiscale, Datascrizione,  
Username, Password, Risposta, **ID\_Domanda**, **ID\_Documento**)

**ID\_Utente** → Nome, Cognome, DataNascita, Telefono, CodiceFiscale, Datascrizione,  
Username, Password, Risposta, **ID\_Domanda**, **ID\_Documento**

Già normalizzata secondo la forma BCNF

**PuntoCardinale** (**ID\_PuntoCardinale**, Nome)

**ID\_PuntoCardinale** → Nome

Già normalizzata secondo la forma BCNF

**Stanza** (**ID\_Stanza**, Nome, Larghezza, Lunghezza, Altezza, NumeroPiano, TemperaturaAttuale,  
UmiditàAttuale, SpessoreParete, CoducibilitaTermica)

**ID\_Stanza** → Nome, Larghezza, Lunghezza, Altezza, NumeroPiano, TemperaturaAttuale,  
UmiditàAttuale, SpessoreParete, CoducibilitaTermica

Già normalizzata secondo la forma BCNF

**PuntoDiAccesso** (**ID\_PuntoDiAccesso**, Nome, Aperto, **ID\_Stanza1**, **ID\_Stanza2**,  
**ID\_PuntoCardinale**)

**ID\_PuntoDiAccesso** → Nome, Aperto, **ID\_Stanza1**, **ID\_Stanza2**, **ID\_PuntoCardinale**

Già normalizzata secondo la forma BCNF

**SmartPlug** (**ID\_SmartPlug**, Nome, StatoConnessione, StatoUscita, **ID\_Stanza**)

**ID\_SmartPlug** → Nome, StatoConnessione, StatoUscita, **ID\_Stanza**

Già normalizzata secondo la forma BCNF

**TipologiaDispositivo** (**ID\_TipologiaDispositivo**, Nome)

**ID\_TipologiaDispositivo** → Nome

Già normalizzata secondo la forma BCNF

**Dispositivo** (**ID\_Dispositivo**, Nome, Potenza, **ID\_SmartPlug**, **ID\_TipologiaDispositivo**)

**ID\_Dispositivo** → Nome, Potenza, **ID\_SmartPlug**, **ID\_TipologiaDispositivo**

Già normalizzata secondo la forma BCNF

**Programma** (**ID\_Programma**, Nome, PotenzaMedia, DurataTemporale, **ID\_Dispositivo**)

**ID\_Programma** → Nome, PotenzaMedia, DurataTemporale, **ID\_Dispositivo**

Già normalizzata secondo la forma BCNF

**Suggerimento** (**ID\_Suggerimento**, Accettato, Convenienza, ID\_Programma, ID\_Utente, Istante)

**ID\_Suggerimento** → Accettato, Convenienza, ID\_Programma, ID\_Utente, Istante

Già normalizzata secondo la forma BCNF

**RegistroDispositivo** (**IstanteInizio**, **ID\_Dispositivo**, ID\_Programma, IstanteFine)

**IstanteInizio**, **ID\_Dispositivo** → ID\_Programma, IstanteFine

Già normalizzata secondo la forma BCNF

**FasciaOraria** (**ID\_FasciaOraria**, OraInizio, OraFine, Prezzo)

**ID\_FasciaOraria** → OraInizio, OraFine, Prezzo

Già normalizzata secondo la forma BCNF

**RiepilogoEnergeticoGiornaliero** (**Data**, TotaleAcquisto, TotaleVendita, TotaleConsumi,  
ImportoTotaleAcquisto, ImportoTotaleVendita)

**Data** → TotaleAcquisto, TotaleVendita, TotaleConsumi, ImportoTotaleAcquisto, ImportoTotaleVendita

Già normalizzata secondo la forma BCNF

**ContatoreBidirezionale** (**Istante**, AcquistoReteElettrica, VenditaReteElettrica,  
PotenzaTotaleAbitazione, **ID\_FasciaOraria**, DataRiepilogo)

**Istante** → AcquistoReteElettrica, VenditaReteElettrica, PotenzaTotaleAbitazione, **ID\_FasciaOraria**,  
DataRiepilogo

Già normalizzata secondo la forma BCNF

**Climatizzatore** (**ID\_Climatizzatore**, Nome, Acceso, ID\_Stanza)

**ID\_Climatizzatore** → Nome, Acceso, ID\_Stanza

Già normalizzata secondo la forma BCNF

**Mese** (**Nome**)

Già normalizzata secondo la forma BCNF

**Giorno** (**Nome**)

Già normalizzata secondo la forma BCNF

**ImpostazioneClimatizzatore** (**ID\_ImpostazioneClimatizzatore**, TemperaturaDesiderata,  
UmiditàDesiderata, OraInizio, OraFine, DataInizio, DataFine, Ripetitiva,  
**ID\_Utente**)

**ID\_ImpostazioneClimatizzatore** → TemperaturaDesiderata, UmiditàDesiderata, OraInizio, OraFine,  
DataInizio, DataFine, Ripetitivo, **ID\_Utente**

Già normalizzata secondo la forma BCNF

**MesiAttivi** (**ID\_ImpostazioneClimatizzatore**, **NomeMese**)

Già normalizzata secondo la forma BCNF

**GiorniAttivi** (**ID\_ImpostazioneClimatizzatore**, **NomeGiorno**)

Già normalizzata secondo la forma BCNF

**Riferito** (**ID\_Climatizzatore**, **ID\_ImpostazioneClimatizzatore**)

Già normalizzata secondo la forma BCNF

**RegistroClimatizzatore** (**ID\_Climatizzatore**, **IstanteInizio**, Temperaturalniziale, Umiditalniziale, TemperaturaObiettivo, UmiditaObiettivo, **ID\_Utente**, **ID\_ImpostazioneClimatizzazione**, **IstanteFine**)

**ID\_Climatizzatore**, **IstanteInizio** → Temperaturalniziale, Umiditalniziale, TemperaturaObiettivo, UmiditaObiettivo, **ID\_Utente**, **ID\_ImpostazioneClimatizzazione**, **IstanteFine**

Già normalizzata secondo la forma BCNF

**Luce** (**ID\_Luce**, Nome, IntensitaMinima, IntensitaMassima, TemperaturaMinima, TemperaturaMassima, ID\_Stanza)

**ID\_Luce** → Nome, IntensitaMinima, IntensitaMassima, TemperaturaMinima, TemperaturaMassima, ID\_Stanza

Già normalizzata secondo la forma BCNF

**ImpostazioneLuce** (**ID\_ImpostazioneLuce**, Nome, Temperatura, Intensita, **ID\_Utente**, **ID\_Luce**)

**ID\_ImpostazioneLuce** → Nome, Temperatura, Intensita, **ID\_Utente**, **ID\_Luce**

Già normalizzata secondo la forma BCNF

**Registrolluminazione** (**IstanteInizio**, **ID\_Luce**, Intensita, Temperatura, IstanteFine, **ID\_Utente**)

**IstanteInizio**, **ID\_Luce** → Intensita, Temperatura, IstanteFine, **ID\_Utente**

Già normalizzata secondo la forma BCNF

**RegistroAccessi** (**ID\_Utente**, **IstanteInizio**, IstanteFine, Entrata, Uscita, Permanenza)

**ID\_Utente**, **IstanteInizio** → IstanteFine, Entrata, Uscita, Permanenza

Già normalizzata secondo la forma BCNF

**RegistroIntrusioni** (**ID\_Intrusione**, PercorsoFotografia, Permanenza, IstanteInizio, IstanteFine, Infiltrazione, Fuga)

**ID\_Intrusione** → PercorsoFotografia, Permanenza, IstanteInizio, IstanteFine, Infiltrazione, Fuga

Già normalizzata secondo la forma BCNF

**Serramento** (**ID\_Serramento**, Nome, Aperto, **ID\_PuntoDiAccesso**)

**ID\_Serramento** → Nome, Aperto, **ID\_PuntoDiAccesso**

Già normalizzata secondo la forma BCNF

**RegistroSerramenti** (**ID\_Serramento**, **Istante**, StatoIstantaneo, **ID\_Utente**)

**ID\_Serramento**, **Istante** → StatoIstantaneo, **ID\_Utente**

Già normalizzata secondo la forma BCNF

**Timestamp** (**Istante**, TemperaturaEsterna)

**Istante** → TemperaturaEsterna

Già normalizzata secondo la forma BCNF

## Check

Nella progettazione MySQL delle varie tabelle sono state introdotte alcune regole di controllo dati durante gli inserimenti in modo da rendere non possibile l'inserimento di dati irreali e errati dal punto di vista logico. E' stato eseguito ciò introducendo differenti CHECK() all'interno della costituzione di ogni singola tabella SQL.

<i>Tabella Riferimento</i>	<i>Attributo + Espressione</i>	<i>Descrizione</i>
Stanza	Larghezza>0 Lunghezza>0 Altezza>0 SpessoreParete>0 CoducibilitàTerminca>0 UmiditàAttuale >= 0 AND UmiditàAttuale <= 100	Le misurazioni devono avere valori positivi. L'umidità viene espressa in percentuale.
Dispositivo	Potenza > 0	I dispositivi fissi, hanno una potenza, descritta in questa tabella, maggiore a 0.
Programma	PotenzaMedia>0 DurataTemporale>0	Le misurazioni devono avere valori positivi e non possono in questo caso essere nulle
FasciaOraria	Prezzo>0	I prezzi di acquisto devono essere necessariamente positivi
ContatoreBidirezionale	AcquistoReteElettrica>=0 VenditaReteElettrica>=0 PotenzaTotaleAbitazione>=0	Le misurazioni di potenza devono essere positivi o al più nulle
ImpostazioneClimatizzatore	UmiditaDesiderata>=0 AND UmiditaDesiderata<=100	L'umidità è espressa in percentuale
RegistroAccessi	Permanenza>0	Un accesso non può avere permanenza con valori inferiori o pari a zero.
RegistroIntrusioni	Permanenza>0	Un'intrusione non può avere permanenza con valori inferiori o pari a zero.

# Trigger

Nell'implementazione della base di dati su motore MySQL è necessario sancire ed implementare molteplici costrutti SQL di controllo con lo scopo di controllare e rendere sempre coerente la base di dati e le informazioni in essa contenute. A tale scopo verranno elencati tutti i trigger BEFORE INSERT previsti per l'implementazione di questa base di dati; alcuni dei quali sono stati effettivamente impiegati e implementati in SQL. (Codice disponibile su File Allegati alla presente documentazione)

## Elenco Trigger (I trigger sottolineati sono stati implementati in SQL)

Nome	Tipo	Compito/Formula Logica di Controllo
<u>Check_Registrolluminazione</u>	B.I.	Verifica che le impostazioni di attivazione dell'elemento di illuminazione siano coerenti con i possibili parametri di funzionamento di quest'ultima. Crolla che la temperatura e l'intensità impostate siano possibili da eseguire
<u>Check_ImpostazioneLuce</u>	B.I.	Verifica che le impostazioni di lavoro dell'elemento di illuminazione siano coerenti con i possibili parametri di funzionamento di quest'ultima. Crolla che la temperatura e l'intensità impostate siano possibili da eseguire
<u>Check_Luce</u>	B.I.	TemperaturaMinima<TemperaturaMassima IntensitaMinima<IntensitaMassima 0<=intensitaMinima<=100 0<=IntensitaMassima<=100
<u>Check_ContatoreBidirezionale</u>	B.I.	Da definizione se vi è vendita di energia elettrica non può esserci contemporaneamente acquisto, per cui verifica che una delle due sia sempre pari a zero.
Chek_FasciaOraria	B.I.	Verifica che le fascie orarie non si sormontino in riferimento temporale.
Inserisci_Istante_Mancante	BI	Per ogni registro, o altra tabella collegata tramite foreign key alla tabella "Timestamp", controllare se l'istante che andiamo ad inserire, sia già inserito nella tabella timestamp, nel caso non lo sia, inserirlo; così da ottenere errori di chiave esterna.

# Analytics Funcion

## Regole di Associazione tra colori delle luci

L'obiettivo di questa Analytic Function è quello di trovare le relazioni di implicazione interessanti che coinvolgono le combinazioni di colore delle luci, impostate dagli utenti, nell'intera abitazione. L'analisi è campionata attraverso intervalli di tempo prestabiliti (Implementato intervallo di 5 giorni) per avere un'analisi più dettagliata/precisa, limitata all'ultimo periodo della vita della famiglia all'interno dell'abitazione. Questa operazione ha lo scopo di aumentare l'user experience dell'applicazione, impiegando tali dati ricavati per modificare le tonalità di colore dell'interfaccia grafica della smart home (In concezione di una applicazione).

Nel calcolo sono impiegate solamente le iterazioni con luci con durata maggiore a cinque secondi, questo permette di discriminare ed ignorare possibili accensioni indesiderate (Il semplice caso che un utente, entrando in una stanza, accenda per errore la luce di un colore sbagliato, spegnendo subito dopo).

All'interno di una transazione si trovano tutti quei colori di luci, che vengono accese in un intervallo temporale di 1 ora. Se una luce rimane accesa, con medesimo colore, per un tempo di almeno due ore, viene inserito, il colore, in più transazioni.

Per svolgere tale operazione di Data Mining, è stato sfruttato l'algoritmo "Apriori" che verrà descritto passo passo nei prossimi paragrafi.

Il primo passo di questo processo di analisi consiste *nell'ottenimento di tutte le interazioni*, avvenute da parte degli utenti della abitazione, con tutte le luci di quest'ultima *che seguono le regole sopra elencate*.

```
DECLARE CursoreQuery CURSOR FOR
-- Tabella che contiene i colori che vengono accesi, l'ora in cui vengono accesi e la stanza in cui sono le rispettive luci
-- Infatti la corrispondenza verrà fatta per un intervallo limitato (un' ora di tempo) e rispetto ad una stanza.
-- Se un colore sta acceso per 2 ore, dovrà comparire in due righe, e non in una.
SELECT RI.IstanteInizio, RI.IstanteFine, L.ID_Stanza, RT.ID_Colore, RI.ID_Luce
FROM RegistroIlluminazione RI
INNER JOIN
RangeTemperatura RT ON RI.Temperatura >= RT.TemperaturaMinima
AND (RI.Temperatura < RT.TemperaturaMassima OR RT.TemperaturaMassima IS NULL)
INNER JOIN
Luce L ON RI.ID_Luce = L.ID_Luce
-- Non consideriamo i colori accesi per meno di 6 secondi, le consideriamo accensioni fatte per sbaglio
WHERE TIMESTAMPODIFF(SECOND, RI.IstanteInizio, RI.IstanteFine) > 5
-- consideriamo solo i dati di massimo 5 giorni fa, per avere un risultato visibile in modo più immediato
AND DATE(RI.IstanteInizio) >= CURRENT_DATE - INTERVAL 5 DAY AND
DATE(RI.IstanteInizio) < CURRENT_DATE;

-- dichiarazione handler
DECLARE CONTINUE HANDLER
FOR NOT FOUND SET finito = 1;
```

Descrizione Query:

### Ottenimento insieme di interazioni con luci, rispettano parametri di analisi

Per ottenere il colore impostato dall'utente per ogni interazione con una luce viene effettuato un JOIN tra Registrilluminatione e RangeTemperatura: Tabella ideata/introdotta appositamente per l'utilizzo in questa query poichè contiene il colore di riferimento per un certo range di temperatura. Di seguito immagine descrittiva.

ID_Colore	TemperaturaMinima	TemperaturaMassima	ColoreEsadecimale
c1	1000	2000	e80e25
c2	2000	2700	e8960e
c3	2700	3900	e8de0e
c4	3900	5500	ffffff
c5	5500	6500	0ee7f1
c6	6500	7300	0f88f2
c7	7300	NULL	130ff2
NULL	NULL	NULL	NULL

Per ogni record presente nella tabella risultante dalla query viene selezionato il valore IstanteFine, IstanteInizio, ID\_Stanza, Colore e Luce. Attraverso un cursore questi ultimi valori vengono inseriti in un ulteriore tabella "ListaLuciAccese" che a differenza della tabella RangeTemperatura, a fine operazione verrà cancellata, è impiegata solo per le operazioni di calcolo.

```
-- creazione di una temporary table che useremo a contenere la lista delle temperature suddivise anche per orario
-- ogni luce che sta accesa più di un'ora adesso dovrà risultare su più righe, invece che in una solamente.
DROP TABLE IF EXISTS ListaLuciAccese;
CREATE TABLE IF NOT EXISTS ListaLuciAccese (
    ID_Lista INT AUTO_INCREMENT,
    OraTarget VARCHAR(20) NOT NULL,
    Stanza INT NOT NULL,
    Luce INT NOT NULL,
    Colore VARCHAR(6) NOT NULL,
    PRIMARY KEY (ID_Lista)
);
```

### Creazione della tabella Pivot

Tramite una serie di concatenazioni di stringhe (Funzione impiegata per rendere dinamiche le query) è stato possibile creare la tabella Pivot: Formata da righe, una per ogni transazione rappresentata da un Istante temporale (ora Target) e da una stanza, come colonne i vari colori di luce presenti nella tabella Range Temperatura.

OraTarget	Stanza	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7
2021-11-04 06	9	1	0	1	0	0	0	0
2021-11-04 07	1	0	0	0	0	0	1	1
2021-11-04 07	8	0	0	0	1	0	0	0
2021-11-04 07	9	1	0	1	0	0	0	0
2021-11-04 08	1	0	0	0	0	0	0	1
2021-11-04 08	3	0	0	0	0	1	1	0
2021-11-04 09	2	0	0	0	1	0	0	0
2021-11-04 10	6	0	0	1	0	0	0	0
2021-11-04 11	6	0	0	1	0	0	0	0
2021-11-04 12	6	0	0	1	0	0	0	0

### Creazione e manipolazione del primo Item-Set

In questa fase è necessario definire il primo Item-Set che sarà composto da tutti i colori che si trovano all'interno della tabella RangeTemperatura.

Qua sotto segue uno screenshot relativo al codice impiegati per creare la tabella Pivot.

```

INSERT INTO CandidateTable1
SELECT Colore, Occorrenze, Totale
FROM (
    SELECT 'c1' AS Colore, IF(SUM(IF(c1 = 1, 1, 0)) IS NULL, 0, SUM(IF(c1 = 1, 1, 0))) AS Occorrenze, COUNT(*) AS Totale
    FROM ColoriPivot
    UNION ALL
    SELECT 'c2' AS Colore, IF(SUM(IF(c2 = 1, 1, 0)) IS NULL, 0, SUM(IF(c2 = 1, 1, 0))) AS Occorrenze, COUNT(*) AS Totale
    FROM ColoriPivot
    UNION ALL
    SELECT 'c3' AS Colore, IF(SUM(IF(c3 = 1, 1, 0)) IS NULL, 0, SUM(IF(c3 = 1, 1, 0))) AS Occorrenze, COUNT(*) AS Totale
    FROM ColoriPivot
    UNION ALL
    SELECT 'c4' AS Colore, IF(SUM(IF(c4 = 1, 1, 0)) IS NULL, 0, SUM(IF(c4 = 1, 1, 0))) AS Occorrenze, COUNT(*) AS Totale
    FROM ColoriPivot
    UNION ALL
    SELECT 'c5' AS Colore, IF(SUM(IF(c5 = 1, 1, 0)) IS NULL, 0, SUM(IF(c5 = 1, 1, 0))) AS Occorrenze, COUNT(*) AS Totale
    FROM ColoriPivot
    UNION ALL
    SELECT 'c6' AS Colore, IF(SUM(IF(c6 = 1, 1, 0)) IS NULL, 0, SUM(IF(c6 = 1, 1, 0))) AS Occorrenze, COUNT(*) AS Totale
    FROM ColoriPivot
    UNION ALL
    SELECT 'c7' AS Colore, IF(SUM(IF(c7 = 1, 1, 0)) IS NULL, 0, SUM(IF(c7 = 1, 1, 0))) AS Occorrenze, COUNT(*) AS Totale
    FROM ColoriPivot
) AS D;

```

Questa query, come gran parte delle operazioni descritte in seguito, è implementata attraverso le Prepared Query per gestire la dinamicità di esse. Saranno effettuate un numero di UNION uguale al numero di colori presenti nella tabella RangeTemperatura, con l'obiettivo di arrivare al seguente result set, il quale mostra per ogni colore il numero delle occorrenze di cui fa parte ed il totale di esse.

	Colore	Occorrenze	Totale
▶	c1	13	57
	c2	3	57
	c3	24	57
	c4	19	57
	c5	2	57
	c6	7	57
	c7	13	57

Come prossimo passaggio viene creata un'ulteriore *tabella Frequenti Colori 1*. Conterrà per ogni singolo colore, che ha un supporto adeguato rispetto al supporto minimo (Definito come variabile ad inizio programma), il proprio supporto e le proprie occorrenza (Numero di transazioni di cui fa parte).

Definiamo **supporto**, data una regola  $X \rightarrow Y$ , la *percentuale di transazioni* in cui compaiono sia gli elementi di item sia di X che di Y.

Nel caso in cui dovesse essere necessario calcolare, come adesso, il supporto di un singolo item esso sarà definito semplicemente come la percentuale di transazioni in cui appare.

Verrà calcolato tale valore **svolgendo l'operazione NumeroOccorrenza/Totale**.

Il risultato sarà tutti quei colori che singolarmente validano i requisiti imposti attraverso un supporto minimo, verranno inseriti all'interno della tabella FrequentiColori1.

Per poter memorizzare l'elenco dei colori accesi durante ogni transazione verrà costituita un'ulteriore tabella **TabellaPivotVerticale**: conterrà per ogni chiave della transazione (Ora Target + Stanza) tutti i colori che ne fanno parte, nei diversi record, a differenza della tabella **ColoriPivot**. Qui sotto si trova la tabella, riempita dallo script sql che verrà presentato adesso:

ID	OraTarget	Stanza	Colore
9	2021-11-07 16	9	c1
11	2021-11-07 16	8	c2
29	2021-11-07 16	8	c3
44	2021-11-07 15	8	c4
59	2021-11-07 13	1	c7
8	2021-11-07 12	9	c1
28	2021-11-07 12	6	c3
43	2021-11-07 12	9	c4
27	2021-11-07 11	6	c3
26	2021-11-07 10	6	c3
42	2021-11-07 09	2	c4
25	2021-11-07 08	3	c3
41	2021-11-07 08	3	c4

Anche questo script sarà dinamico (perchè dipende dal numero di colori che riconosce l'applicazione), per ogni colore verranno inserite le transazioni in cui esso viene acceso, e attraverso il costrutto UNION ALL, effettuiamo l'operazione di unione tra queste righe, inserendo quindi il result-set all'interno della tabella che precedentemente è stata descritta: (sopra, un esempio di popolamento di tale tabella).

```

INSERT INTO TabellaPivotVerticale (OraTarget, Stanza, Colore)
SELECT OraTarget, Stanza, Colore
FROM (
    SELECT OraTarget, Stanza, 'c1' AS Colore
    FROM ColoriPivot
    WHERE c1 <> 0
    UNION ALL
    SELECT OraTarget, Stanza, 'c2' AS Colore
    FROM ColoriPivot
    WHERE c2 <> 0
    UNION ALL
    SELECT OraTarget, Stanza, 'c3' AS Colore
    FROM ColoriPivot
    WHERE c3 <> 0
    UNION ALL
    SELECT OraTarget, Stanza, 'c4' AS Colore
    FROM ColoriPivot
    WHERE c4 <> 0
    UNION ALL
    SELECT OraTarget, Stanza, 'c5' AS Colore
    FROM ColoriPivot
    WHERE c5 <> 0
    UNION ALL
    SELECT OraTarget, Stanza, 'c6' AS Colore
    FROM ColoriPivot
    WHERE c6 <> 0
    UNION ALL
    SELECT OraTarget, Stanza, 'c7' AS Colore
    FROM ColoriPivot
    WHERE c7 <> 0
) AS D;
```

Adesso comincia la parte centrale di tutta la funzione analitica, l'algoritmo Apriori.

Questa parte è stata effettuata, sempre dinamicamente, tramite un ciclo while, che termina solo se la tabella, frutto dell'eliminazione di tutti quei k-itemset che non rispettano i valori minimi di **Support** e **Confidence**, è vuota.

La prima, che è stata spiegata precedentemente, viene calcolata dalla seguente divisione:

**Numero Transazioni(x) / Totale Transazioni**

La seconda, la **confidenza**, in una relazione del tipo  $A \rightarrow B$ , ci descrive la percentuale per cui, quando in una transazione si ha l'oggetto A, abbiamo anche l'oggetto B.

L'operazione che viene effettuata per calcolare la confidenza è:

**Support (A U B) / Support (A)**

Si procede quindi, con la descrizione della query che effettua il calcolo degli item-set, del supporto per ogni item-set, e le confidenze da calcolare.

Viene descritta la query per il 3° item-set, perché più generale rispetto a quella per il secondo.

Tuttavia, il metodo, all'interno del ciclo while, è quello di modulare la query, utilizzando il medesimo codice, per ogni K° item-set, facendo sì che possa, il programma, trovare le più forti associazioni, anche in un'ottica futura di una grande mole di dati.

```
INSERT INTO FrequentiColori3 (Colore1, Colore2, Colore3, Supporto, Confidenza1, Confidenza2, Occorrenze )
WITH GruppoColori AS (
    SELECT FC0.Colore1, FC0.Colore2, FC1.Colore2 AS Colore3
    FROM FrequentiColori2 FC0
    INNER JOIN
        FrequentiColori2 FC1 ON FC0.Colore1 = FC1.Colore1
        AND FC0.Colore2 < FC1.Colore2
),
,
```

La prima CTE, serve per trovare tutte le possibili associazioni tra colori, effettuando permutazioni.

L'ordine con cui, gli elementi (i colori) fanno parte degli item-set, non è significativo.

In questo caso, per il 3° item-set, per trovare le associazioni tra i colori, (le associazioni saranno formate da 3 elementi), bisogna utilizzare la tabella popolata al ciclo del where precedente, "FrequentiColori2". Questa infatti, contiene gli item-set (in questo caso, formato da due elementi) di colori che hanno un valore di supporto e confidenza valido.

Viene effettuato un INNER JOIN con la stessa tabella, ottenendo le permutazioni, attraverso le clausole dell'inner join.

```
SELECT D0.Colore1, D0.Colore2, D0.Colore3, COUNT(DISTINCT D1.OraTarget, D1.Stanza) AS OccorrenzeGruppo
FROM (
    SELECT Colore1, Colore2, Colore3
    FROM GruppoColori
) AS D0
INNER JOIN
(
    SELECT PV1.Colore AS Colore1, PV2.Colore AS Colore2, PV3.Colore AS Colore3, PV2.OraTarget, PV2.Stanza
    FROM TabellaPivotVerticale PV1
    INNER JOIN
        TabellaPivotVerticale PV2 ON PV1.OraTarget = PV2.OraTarget
        AND PV1.Stanza = PV2.Stanza
        AND PV1.Colore < PV2.Colore
    INNER JOIN
        TabellaPivotVerticale PV3 ON PV2.OraTarget = PV3.OraTarget
        AND PV2.Stanza = PV3.Stanza
        AND PV2.Colore < PV3.Colore
) AS D1 ON D0.Colore1 = D1.Colore1 AND D0.Colore2 = D1.Colore2 AND
D0.Colore3 = D1.Colore3
GROUP BY D0.Colore1, D0.Colore2, D0.Colore3
) AS D2
```

La seconda CTE, è grande si chiama “CandidateTablek” e verrà presentata passo passo:

Questa è la prima parte della CTE che viene eseguita da MySQL.

In D0 otteniamo la lista di tutti gli item-set (formati da k elementi).

In D1 invece effettuiamo k inner join, trovando le associazioni, in simil modo a come fatto prima, ma facendo un controllo, che quei colori, che saranno inseriti all'interno della medesima riga, facciano parte anche della solita transazione.

(notare che è stato fatto un controllo sull'Ora Target e sulla Stanza).

Si procede effettuando un inner join, tra queste due derivate table, ottenendo così le righe, della seconda, che contengono associazioni di colori che sono formate da (k-1) elementi, che hanno superato il minimo di supporto e confidenza necessario. Inoltre, rispetto ad ogni associazione, abbiamo anche la sicurezza che esse facciano parte, assieme, di almeno una transazione.

Effettuiamo poi un raggruppamento rispetto ai k colori, e calcoliamo il numero delle occorrenze di cui fa parte ogni item-set.

```
(  
    SELECT COUNT(*) AS TotaliGruppi  
    FROM GruppoColori  
) AS D3  
INNER JOIN  
(  
    SELECT GC.Colore1, GC.Colore2, COUNT(DISTINCT PV1.OraTarget, PV1.Stanza) AS OccorrenzeColoriImplicanti  
    FROM GruppoColori GC  
    INNER JOIN  
        TabellaPivotVerticale PV1 ON GC.Colore1 = PV1.Colore  
    INNER JOIN  
        TabellaPivotVerticale PV2 ON GC.Colore2 = PV2.Colore  
            AND PV1.OraTarget = PV2.OraTarget AND  
            PV1.Stanza = PV2.Stanza  
    GROUP BY GC.Colore1, GC.Colore2  
) AS D4 ON D2.Colore1 = D4.Colore1 AND D2.Colore2 = D4.Colore2
```

A questo punto bisogna ottenere il numero di k item-set, con cui calcoliamo successivamente il supporto dell'item-set.

### Occorrenze Gruppo / Totali Gruppi

La D4, contiene invece le occorrenze dei colori che formavano già al ciclo precedente un'associazione, e le loro occorrenze, questo, per calcolare successivamente il valore della confidenza di AB → C

### Occorrenze Gruppo / Occorrenze Implicanti

```
SELECT *  
FROM (  
    SELECT CT.Colore1, CT.Colore2, CT.Colore3, CT.OccorrenzeGruppo / CT.TotaliGruppi AS Supporto, CT.OccorrenzeGruppo / FC1.Supporto AS Confidenza1,  
        CT.OccorrenzeGruppo / CT.OccorrenzeColoriImplicanti AS Confidenza2, OccorrenzeGruppo  
    FROM CandidateTable3 CT  
    INNER JOIN  
        FrequentiColori1 FC1 ON FC1.Colore1 = CT.Colore1  
) AS D0  
WHERE D0.Supporto >= 0.2  
AND D0.Confidenza1 >= 0.2 AND D0.Confidenza2 >= 0.2
```

Adesso, si procede a calcolare i valori effettivi, di supporto e di confidenza, per il supporto è semplice, abbiamo già i dati, basta fare il calcolo. Per la confidenza, invece, abbiamo i dati necessari a calcolare solo la confidenza di AB → C, ma abbiamo bisogno pure di calcolare quella di A → BC.

Quindi dovremmo cercare il supporto dell'elemento A.

Ma questo valore lo abbiamo già calcolato in precedenza, si trova all'interno della tabella Frequenti Colori 1.

Più in generale, per un item-set del tipo ABCD, bisogna calcolare la confidenza di A → BCD, AB → CD, ABC → D.

Quindi in generale, per ottenere i supporti che ci interessano, abbiamo bisogno fare k-2 inner join, dalla tabella Frequenza Colori k-2 a quella di indice 1.

Una volta calcolati i valori di supporto, confidenza, scremare il result-set attraverso una condizione where, trovando solo gli item-set che rispettano i valori minimi.

La tabella risultante viene inserita all'interno della tabella Frequenti Colori k.

Una volta conclusa questa query, se la tabella in cui abbiamo effettuato l'inserimento risulta vuota, si esce dal ciclo, e inseriamo all'interno della tabella "Colori Frequenti", i componenti dell'ultimo k item-set risultato.

In questo modo, ogni giorno, attraverso un evento, calcoliamo le combinazioni di colori preferite dalla famiglia in un arco di tempo di 5 giorni, così da modificare automaticamente il colore dello sfondo dell'applicazione.

Di seguito, allegata una foto del 2 item-set, che risulta essere l'ultimo insieme di combinazione non vuoto, nel nostro caso.

Colore1	Colore2	Supporto	Confidenza1	Occorrenze
c1	c3	0.5	0.333333333	3
c1	c4	0.5	0.333333333	3
c3	c4	0.666666666	0.222222222	4

Infine, una foto della tabella in cui inseriamo le combinazioni di colori ogni giorno: "Colori Frequenti"

Combinazione	Colore	Data
1	c1	2021-11-15
1	c3	2021-11-15
2	c1	2021-11-15
2	c4	2021-11-15
3	c3	2021-11-15
3	c4	2021-11-15
1	c1	2021-11-14
1	c3	2021-11-14
2	c1	2021-11-14
2	c4	2021-11-14
1	c1	2021-11-13
1	c3	2021-11-13
2	c1	2021-11-13

La chiave di questa tabella è l'insieme di tutti e tre gli attributi.

Per identificare una combinazione invece bisogna far riferimento a Combinazione e a Data.

Le uniche tabelle, fra quelle elencate in questo capitolo, che non vengono distrutte a fine operazione, sono, appunto: "Colori Frequenti" e "Range Temperatura", esse non sono collegate a nessun'altra tabella poiché non c'è interesse nel farlo. Tutte le altre tabelle, vengono distrutte a fine operazione e ricreate successivamente.

# Ottimizzazione Consumi Energetici

Questa funzione genera suggerimenti inerenti all'avvio di programmi per dispositivi variabili non interrompibili. La scelta di limitare i suggerimenti a questa categoria di dispositivi è la seguente: sono altamente i più dispendiosi in ottica energetica e risulta sensato, diversamente da un dispositivo variabile interrompibile come un ventilatore, consigliare un istante in cui eseguirlo. Inoltre di tale specifica tipologia di dispositivi è nota anche la durata temporale di esecuzione del programma per cui è possibile in modo efficace collocare i tempi di esecuzione in relazione alle fasce di produzione energetica, con l'obiettivo di sfruttare il più possibile l'energia autoprodotta.

I suggerimenti vengono elaborati ogni notte attraverso un evento che frutta i dati energetici in nostro possesso dell'ultima settimana, effettuando poi una media ponderata sui valori di energia venduta per trovare il momento migliore per eseguire il programma durante il giorno successivo. L'Algoritmo impiega il valore di energia venduta per effettuare le sue stime poiché risulta coerente l'intento di impiegare tale energia, spostando i consumi nelle ore in cui questa è disponibile, in modo da evitarne poi l'acquisto. (Il prezzo di vendita è solitamente minore del prezzo di acquisto, altrimenti questa considerazione non avrebbe alcuno scopo utile; è necessario impiegare più possibile l'energia autoprodotta, evitando anche di venderla limitando così a sua volta l'acquisto).

Per ogni programma viene inserito più di un istante suggerito nel quale avviare l'esecuzione poiché starà all'utente decidere l'ora più consona.

Per decidere quali dispositivi analizzare, di cui viene consigliato agli utenti un loro avvio programmato, è stata implementata la seguente CTE:

```
WITH ProgrammiTarget AS (
    # Ottieniamo i seguenti programmi utili che considereremo secondo al seguente scelta:
    # 1) Consideriamo solo i dispositivi che sono stati usati il giorno prima
    # 2) Consideriamo solo i dispositivi variabili non interrompibili
    # 3) Consideriamo solo i primi 3 dispositivi con un consumo maggiore di energia
    SELECT D.ID_Programma, D.PotenzaMedia * D.DurataTemporale AS Consumo, D.DurataTemporale AS DurataInOre, D.ID_Dispositivo, D.PotenzaMedia
    FROM
    (
        SELECT DISTINCT P.*, RANK() OVER (ORDER BY PotenzaMedia * DurataTemporale DESC) AS RNK
        FROM RegistroDispositivo RD
        INNER JOIN
        Programma P ON RD.ID_Programma = P.ID_Programma
        WHERE DATE(RD.IstanteInizio) = CURRENT_DATE - INTERVAL 1 DAY
        AND P.DurataTemporale IS NOT NULL
    ) AS D
    WHERE RNK <= 3 AND D.PotenzaMedia * D.DurataTemporale >= 0.50
),
,
```

ID_Programma	Consumo	DurataInOre	ID_Dispositivo	PotenzaMedia
16	2	1	16	2
6	0.9	0.5	3	1.8

Il cui result-set, in questo caso è quello raffigurato nell'immagine sopra riportata.

La CTE inizialmente effettuando l'inner join tra RegistroDispositivo e Programma scarta tutti quei dispositivi che non sono variabili, poiché essi non hanno programma, poi successivamente scarta anche quelli interrompibili, dato che la loro durata non è specificata ed è NULL, quelli che hanno una consumo energetico abbastanza trascurabile e quelli che non sono stati usati nel giorno precedente. Viene calcolato poi un valore RNK, attraverso la funzione RANK che serve a trovare al massimo i tre programmi che consumano maggiormente. Il consumo viene calcolato moltiplicando la durata (in ore) del programma con la loro potenza energetica.

Adesso la procedura riceverà TUTTI i possibili intervalli di tempo, (di durata uguale a quella del programma relativo) sfruttando tutti i record che sono memorizzati in "Contatore Bidirezionale"

limitatamente all'ultima settimana, per riuscire poi a capire quale tra questi è quello in cui si ipotizza che il giorno successivo (Domani) ci sarà la maggior vendita di energia elettrica. La procedura è la seguente:

```

SottoIntervaliTarget AS (
    SELECT *,
        IF(
            LEAD(D00.IstanteSottoIntervalloInizio) OVER (PARTITION BY D00.IstanteInizio, D00.ID_Programma ORDER BY D00.IstanteSottoIntervalloInizio ASC) IS NOT NULL
            LEAD(D00.IstanteSottoIntervalloInizio) OVER (PARTITION BY D00.IstanteInizio, D00.ID_Programma ORDER BY D00.IstanteSottoIntervalloInizio ASC),
            D00.IstanteFine
        ) AS IstanteSottoIntervalloFine
    FROM
    (
        SELECT D0.Istante AS IstanteInizio, TIMESTAMP(D0.Istante + INTERVAL D0.DurataInOre * 3600 SECOND) AS IstanteFine,
        D0.ID_Programma, D0.Consumo, CB1.Istante AS IstanteSottoIntervalloInizio, CB1.VenditaReteElettrica
    FROM
    (
        SELECT *
        FROM ContatoreBidirezionale CB0
        INNER JOIN
        ProgrammiTarget PT
        WHERE DATE(CB0.Istante) >= CURRENT_DATE - INTERVAL 1 WEEK
        AND DATE(CB0.Istante) < CURRENT_DATE
    ) AS D0
    INNER JOIN
    ContatoreBidirezionale CB1 ON D0.Istante + INTERVAL D0.DurataInOre * 3600 SECOND >= CB1.Istante
    AND CB1.Istante >= D0.Istante
    ) AS D00
),

```

IstanteInizio	IstanteFine	ID_Programma	Consumo	IstanteSottoIntervalloInizio	VenditaReteElettrica	IstanteSottoIntervalloFine
2021-11-01 08:15:00	2021-11-01 09:15:00.000000	16	2	2021-11-01 09:10:00	0	2021-11-01 09:15:00.000000
2021-11-01 08:15:00	2021-11-01 09:15:00.000000	16	2	2021-11-01 09:15:00	3.038102865219116	2021-11-01 09:15:00.000000
2021-11-01 08:20:00	2021-11-01 08:50:00.000000	6	0.9	2021-11-01 08:20:00	1.3858451843261719	2021-11-01 08:25:00.000000
2021-11-01 08:20:00	2021-11-01 08:50:00.000000	6	0.9	2021-11-01 08:25:00	2.4022583961486816	2021-11-01 08:30:00.000000
2021-11-01 08:20:00	2021-11-01 08:50:00.000000	6	0.9	2021-11-01 08:30:00	0	2021-11-01 08:35:00.000000
2021-11-01 08:20:00	2021-11-01 08:50:00.000000	6	0.9	2021-11-01 08:35:00	2.615424156188965	2021-11-01 08:40:00.000000
2021-11-01 08:20:00	2021-11-01 08:50:00.000000	6	0.9	2021-11-01 08:40:00	0	2021-11-01 08:45:00.000000
2021-11-01 08:20:00	2021-11-01 08:50:00.000000	6	0.9	2021-11-01 08:45:00	4.007601737976074	2021-11-01 08:50:00.000000
2021-11-01 08:20:00	2021-11-01 08:50:00.000000	6	0.9	2021-11-01 08:50:00	0	2021-11-01 08:50:00.000000
2021-11-01 08:20:00	2021-11-01 09:20:00.000000	16	2	2021-11-01 08:20:00	1.3858451843261719	2021-11-01 08:25:00.000000
2021-11-01 08:20:00	2021-11-01 09:20:00.000000	16	2	2021-11-01 08:25:00	2.4022583961486816	2021-11-01 08:30:00.000000
2021-11-01 08:20:00	2021-11-01 09:20:00.000000	16	2	2021-11-01 08:30:00	0	2021-11-01 08:35:00.000000
2021-11-01 08:20:00	2021-11-01 09:20:00.000000	16	2	2021-11-01 08:35:00	2.615424156188965	2021-11-01 08:40:00.000000
2021-11-01 08:20:00	2021-11-01 09:20:00.000000	16	2	2021-11-01 08:40:00	0	2021-11-01 08:45:00.000000
2021-11-01 08:20:00	2021-11-01 09:20:00.000000	16	2	2021-11-01 08:45:00	4.007601737976074	2021-11-01 08:50:00.000000
2021-11-01 08:20:00	2021-11-01 09:20:00.000000	16	2	2021-11-01 08:50:00	0	2021-11-01 08:55:00.000000
2021-11-01 08:20:00	2021-11-01 09:20:00.000000	16	2	2021-11-01 08:55:00	4.258116245269775	2021-11-01 09:00:00.000000
2021-11-01 08:20:00	2021-11-01 09:20:00.000000	16	2	2021-11-01 09:00:00	3.5916450023651123	2021-11-01 09:05:00.000000
2021-11-01 08:20:00	2021-11-01 09:20:00.000000	16	2	2021-11-01 09:05:00	1.4182084798812866	2021-11-01 09:10:00.000000
2021-11-01 08:20:00	2021-11-01 09:20:00.000000	16	2	2021-11-01 09:10:00	0	2021-11-01 09:15:00.000000

Result 6 x

Effettuiamo un prodotto cartesiano tra CB0 e Programmi Target, successivamente eliminiamo le righe che non sono relative all'ultima settimana. Poi la tabella risultante verrà soprannominata attraverso l'alias D0. Ogni riga di D0 viene joinata con le righe della tabella CB1 che possono far parte dell'intervalllo di tempo [D0.Istante, D0.Istante + Durata Programma] così da ottenere TUTTI i possibili intervalli in cui il programma avrebbe potuto essere eseguito. Il result-set che si ottiene comporrà la derivate-table con alias D00.

Su questa tabella proiettiamo anche un altro attributo: IstanteSottoIntervalloFine.

Esso viene calcolato tramite una function LEAD che lavora sulla partizione creata dall'Istante di inizio dell'intervalllo e del programma a cui si riferisce.

Quindi la funzione ottiene come valore l'"istante del sottointervallo inizio" della riga successiva (attenzione, è stato fatto anche un ordinamento sul codesto attributo). Questo però succede in tutti i casi, tranne per l'ultima riga dell'intervalllo, in quel caso invece che NULL, viene inserito l'istante di fine dell'intervalllo, che coincide con la fine dell'esecuzione del programma, se venisse eseguito in quello specifico intervallo.

Adesso passiamo alla prossima CTE "IntervalliTarget":

```

IntervaliTarget AS (
    SELECT D.IstanteInizio, D.ID_Programma, D.Consumo, D.IstanteFine, SUM(D.QuantitaEnergiaVenduta) AS QuantitaEnergiaVendutaTotale,
    IF(
        LEAD(D.IstanteInizio) OVER (PARTITION BY D.ID_Programma ORDER BY D.IstanteInizio ASC) IS NULL,
        TIMESTAMP(CURRENT_DATE - INTERVAL 1 DAY, "23:59:59"),
        LEAD(D.IstanteInizio) OVER (PARTITION BY D.ID_Programma ORDER BY D.IstanteInizio ASC)
    ) AS IstanteProssimoIntervallo
    FROM (
        SELECT *,
            (SIT.VenditaReteElettrica * (TIMESTAMPDIFF(second, SIT.IstanteSottoIntervalloInizio, SIT.IstanteSottoIntervalloFine)/3600)) AS QuantitaEnergiaVenduta
        FROM SottoIntervaliTarget SIT
    ) AS D
    GROUP BY D.IstanteInizio, D.ID_Programma
),

```

	IstanteInizio	ID_Programma	Consumo	IstanteFine	QuantitaEnergiaVendutaTotale	IstanteProssimoIntervallo
▶	2021-11-01 00:00:00	6	0.9	2021-11-01 00:30:00.000000	0	2021-11-01 00:05:00
	2021-11-01 00:05:00	6	0.9	2021-11-01 00:35:00.000000	0	2021-11-01 00:10:00
	2021-11-01 00:10:00	6	0.9	2021-11-01 00:40:00.000000	0	2021-11-01 08:15:00
	2021-11-01 08:15:00	6	0.9	2021-11-01 08:45:00.000000	0.5336273092541423	2021-11-01 08:20:00
	2021-11-01 08:20:00	6	0.9	2021-11-01 08:50:00.000000	0.8675941194162812	2021-11-01 08:25:00
	2021-11-01 08:25:00	6	0.9	2021-11-01 08:55:00.000000	0.7521070211843819	2021-11-01 08:30:00
	2021-11-01 08:30:00	6	0.9	2021-11-01 09:00:00.000000	0.9067618413258538	2021-11-01 08:35:00
	2021-11-01 08:35:00	6	0.9	2021-11-01 09:05:00.000000	1.2060655903257316	2021-11-01 08:40:00
	2021-11-01 08:40:00	6	0.9	2021-11-01 09:10:00.000000	1.1062976176991635	2021-11-01 08:45:00

Per ogni riga della tabella SIT proiettiamo oltre ai suoi attributi, il valore QuantitàEnergiaVenduta, perchè l'ipotesi verrà fatta, su questo valore, e non sulla potenza. Questo attributo indica quindi la quantità (kWh) di energia elettrica che la casa in quel sotto-intervallo ha venduto, e quindi non ha usato. Su questo result-set viene poi effettuato un raggruppamento rispetto all'istante di inizio e al programma. Quindi sommando tutta la quantità di energia venduta nei singoli sotto-intervalli, otteniamo la quantità di energia venduta durante l'intero intervallo.

Si ottenga poi anche il valore dell'istante in cui l'intervallo successivo inizia attraverso la funzione LEAD.

Ora passiamo all'ultima CTE da esaminare, quella che effettua la “MediaPonderata”:

```

MediaPonderata AS (
    SELECT D.IstanteInizioCandidato, D.ID_Programma, SUM(D.QuantitaEnergiaVendutaTotale * D.ValorePonderato)/24 AS MediaMobilePonderataEnergiaVenduta, D.Consumo
    FROM (
        (
            SELECT TIME(IDI.IstanteInizio) AS IstanteInizioCandidato,
                RANK() OVER (PARTITION BY TIME(IT.IstanteInizio), IT.ID_Programma ORDER BY IT.IstanteInizio ASC) AS ValorePonderato,
                IT.*
            FROM (
                (
                    SELECT *
                    FROM IntervaliTarget IT
                    WHERE DATE(IT.IstanteInizio) = CURRENT_DATE - INTERVAL 1 DAY
                ) AS IDI -- intervalli di ieri
                INNER JOIN
                IntervaliTarget IT ON TIME(IDI.IstanteInizio) >= TIME(IT.IstanteInizio) AND
                    TIME(IDI.IstanteInizio) < TIME(IT.IstanteProssimoIntervallo) AND
                    IDI.ID_Programma = IT.ID_Programma
            ) AS D
            GROUP BY D.IstanteInizioCandidato, D.ID_Programma
        )
    )
)

```

	IstanteInizioCandidato	ID_Programma	MediaMobilePonderataEnergiaVenduta	Consumo
▶	00:00:00	6	0	0.9
	08:05:00	6	0.7424408238071916	0.9
	08:10:00	6	0.89771213147574	0.9
	08:15:00	6	0.8668298752867664	0.9
	08:20:00	6	0.8296737025108195	0.9
	08:25:00	6	0.924019010973713	0.9
	08:30:00	6	0.8322851069921694	0.9
	08:35:00	6	0.7375471334790947	0.9
	08:40:00	6	0.8343976460944527	0.9

Result 12 ×

Ricaviamo a partire dalla tabella IT solo gli intervalli che corrispondono al giorno precedente, ogni intervallo trovato, che è contenente nella derivate-table IDI viene poi joinato con gli intervalli seconda della tabella con IT come alias. Vengono joinati gli intervalli della prima tabella (con quelli della seconda), se l'orario di inizio dell'intervallo si trova compreso tra *[IT.OraInizio, IT.OraProssimoIntervallo]* di una riga della seconda tabella, ogni riga della prima tabella joina con sette righe della seconda tabella, una per ogni giorno della settimana. Del result-set così ottenuto viene ricavato e poi proiettato, l'Istante Inizio Candidato, cioè l'orario candidato per eseguire il dato programma; e il Valore Ponderato, cioè quel valore che definisce proprio la media ponderata, dando una maggiore valenza ai giorni maggiormente prossimi.

Questo viene realizzato attraverso la funzione RANK che lavora su una partizione costituita dall'orario di inizio, e dal programma.

Il risultato è contenuto all'interno della derivate-table D.

Viene effettuato, su questa tabella, il group by su Instante Inizio Candidato e ID\_Programma.

Questo per calcolare la media ponderata sfruttando la funzione aggregata SUM e poi dividendo la somma per il numero 24, che coincide con il valore  $1+2+3+\dots+7$ .

Il valore appena calcolato sarà la quantità di energia che ipotizziamo si venga venduta il giorno seguente, all'interno dell'intervallo che inizia a quel determinato orario, e dura quanto la durata del programma relativo.

Adesso dobbiamo quindi estrapolare e offrire all'utente l'orario in cui eseguire il determinato programma, o meglio alcuni orari, tra cui poi sceglierà lui, per comodità.

```
SELECT D.ID_Programma, TIMESTAMP(CURRENT_DATE, D.IstanteInizioCandidato) AS Istante, D.Convenienza
FROM (
    SELECT MP.IstanteInizioCandidato, MP.ID_Programma, MP.MediaMobilePonderataEnergiaVenduta,
           RANK() OVER (PARTITION BY MP.ID_Programma ORDER BY MP.MediaMobilePonderataEnergiaVenduta DESC) AS Convenienza,
           MP.Consumo
    FROM MediaPonderata MP
) AS D
WHERE D.Convenienza <= 3;
```

	ID_Programma	Istante	Convenienza
▶	6	2021-11-09 22:30:00	1
	6	2021-11-09 22:25:00	2
	6	2021-11-09 21:55:00	3
	16	2021-11-09 21:55:00	1
	16	2021-11-09 22:00:00	2
	16	2021-11-09 21:50:00	3

La query finale lavora sulla tabella MP, che abbiamo precedentemente calcolato, e calcola attraverso la funzione RANK il valore di Convenienza, tanto più alto, tanto più è alta la predizione dell'energia che venderemo in quel determinato lasso di tempo, in cui il programma potrebbe essere attivo.

Verranno poi scartate le righe che hanno un valore di Convenienza maggiore di 3, così da ottenere massimo tre consigli per uno stesso dispositivo.

L'utente potrà decidere a suo piacere quale consiglio accettare tra quelli che gli offriamo, facendo magari attenzione alla maggior convenienza che uno potrebbe avere rispetto all'altro.

Il result-set di questa query sarà inserito all'interno della tabella “Suggerimento”.

Questa query viene eseguita con periodicità, ogni notte, quando la potenza di calcolo richiesta al server è minore.

I suggerimenti vengono fatti esclusivamente per il giorno dopo.