



UNIVERSITÀ DI PISA

# DOCUMENTAZIONE DEL PROGETTO PER IL CORSO DI BASI DI DATI

Anno accademico 2020/2021

Viola Burchi e Denise Rosselli

# Indice

- 1. Glossario dei termini**
- 2. Descrizione del diagramma E-R**
  - a. Area generale
  - b. Area dispositivi
  - c. Area energia
  - d. Area comfort
- 3. Descrizione della ristrutturazione del diagramma E-R**
  - a. Traduzione delle generalizzazioni
  - b. Introduzione di ridondanze
- 4. Analisi delle prestazioni e individuazione di operazioni interessanti sui dati**
  - a. Tavola dei volumi
  - b. Individuazione delle operazioni e tavola degli accessi
- 5. Traduzione nel modello logico relazionale**
  - a. Schema logico e vincoli di integrità referenziale
    - Area generale
    - Area dispositivi
    - Area energia
    - Area comfort
  - b. Vincoli di integrità generici
- 6. Analisi delle dipendenze funzionali e normalizzazione dello schema**
- 7. Implementazione su DBMS Oracle MySQL**
  - a. Data analytics
    - Abitudini degli utenti tramite association rule learning
    - Ottimizzazione dei consumi energetici

# 1. Glossario dei termini

La comprensione e la precisazione dei termini usati è definita mediante la seguente tabella, dove vengono citate parole chiave presenti nello schema E-R non ristrutturato, con relativa descrizione, insieme di sinonimi, e infine entità e relazioni a cui possono essere collegate. I termini introdotti nella ristrutturazione saranno definiti nell'apposita sezione.

Termine	Descrizione	Sinonimi	Entità	Relazioni
Documento	Necessario per certificare la persona fisica	Riconoscimento	Utente	Identificazione
Account	Utilizzatore dell'app mySmartHome	Utente	Utente, Domanda di sicurezza, Casa, Interazione, Notifica	Registrazione, Sicurezza, Abitante, Decisione, Avviso
Casa		Abitazione	Account, Stanza	Abitante, Topologia
Stanza			Casa, Punto di accesso, Registro temperatura, Smart Plug, Condizionatore, Luce	Topologia, Comunicante, Monitoraggio, Presa, PresenzaC, PresenzaL
Punto di accesso	Punto di accesso ad una stanza	Porta	Stanza, Porta, Portafinestra, Finestra	Comunicante
Smart plug	Adattatore per il controllo e l'alimentazione dei dispositivi	Adattatore	Stanza, Dispositivo	Presa, Collegamento
Dispositivo	Dispositivo reso intelligente dalla smart plug	Elettrodomestico	Smart plug, Consumo fisso, Consumo variabile, Programma, Potenza, Regolazione dispositivo	Collegamento, Ciclo non interrompibile, Ciclo interrompibile, Coinvolgimento
Consumo fisso	Consumo energetico non regolabile		Dispositivo	
Consumo variabile	Consumo energetico dipendente dalla regolazione		Dispositivo	
Programma	Caratteristica di alcuni dispositivi		Dispositivo, Regolazione dispositivo, Notifica	Ciclo non interrompibile, Set programma, Relativa
Potenza	Caratteristica di alcuni dispositivi		Dispositivo, Regolazione dispositivo	Ciclo interrompibile, Set potenza
Condizionatore	Dispositivo che regola il clima di una stanza	Climatizzatore	Stanza, Regolazione clima	PresenzaC, DisponibileC
Luce		Elemento di illuminazione	Stanza, Regolazione illuminazione	PresenzaL, DisponibileL
Interazione	Interazione effettuata da un utente che coinvolge un dispositivo della smart home		Account, Regolazione dispositivo, Regolazione clima, Regolazione illuminazione, Fascia oraria	Decisione, UtilizzoD, UtilizzoC, UtilizzoL, Fabbisogno

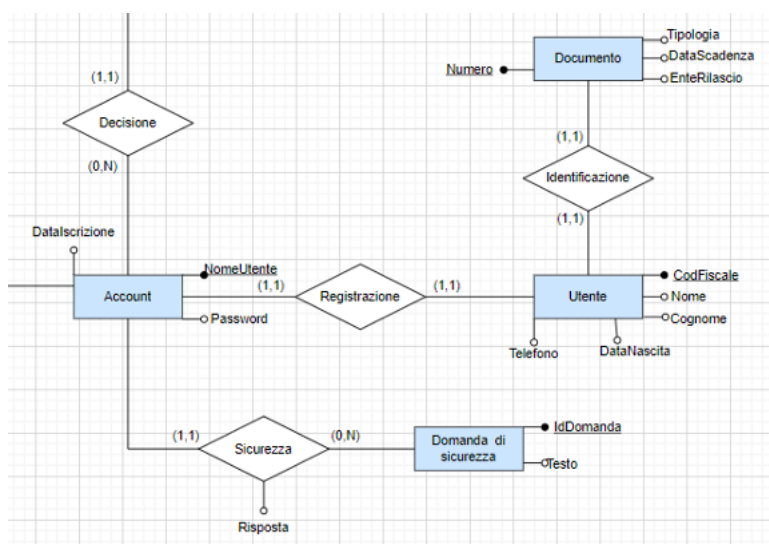
Termine	Descrizione	Sinonimi	Entità	Relazioni
Fascia oraria	Suddivisione di ore della giornata		Interazione, Energia prodotta	Fabbisogno, Gestione
Energia prodotta	Energia prodotta dai pannelli solari posizionati sul tetto		Pannello, Fascia oraria	Produzione, Gestione
Pannello		Pannello fotovoltaico	Energia prodotta	Produzione
Notifica	Viene inviata ad uno o più utenti suggerendo la partenza di una programma	Messaggio	Programma, Account	Relativa, Avviso

## 2. Descrizione del diagramma E-R

In questa sezione verrà illustrato il diagramma E-R per comprendere a fondo come è stato realizzato.

### a. Area generale

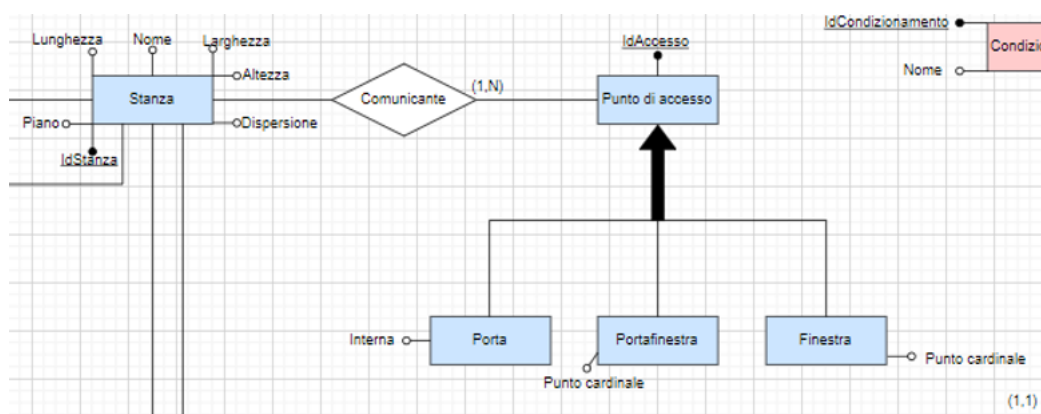
#### —> Gestione degli account



In questa parte dello schema E-R viene gestita la registrazione di un nuovo abitante della Smart-Home (Utente), quindi la creazione di un nuovo Account. La creazione di un Account per ciascun abitante della casa è fondamentale poiché attraverso di esso un utente può interagire con i vari dispositivi, con gli elementi di illuminazione e con elementi di climatizzazione all'interno della casa e tutto ciò che ad essi è collegato (es: consumo energetico).

Per la registrazione è necessario avere a disposizione un Documento valido al momento della creazione dell'account. Il database mette a disposizione delle Domande di Sicurezza predefinite che permettono di recuperare l'account in caso venga smarrita la password: l'utente sceglie quella che preferisce e la relativa Risposta nel momento in cui crea l'account.

#### —> Suddivisione dell'edificio

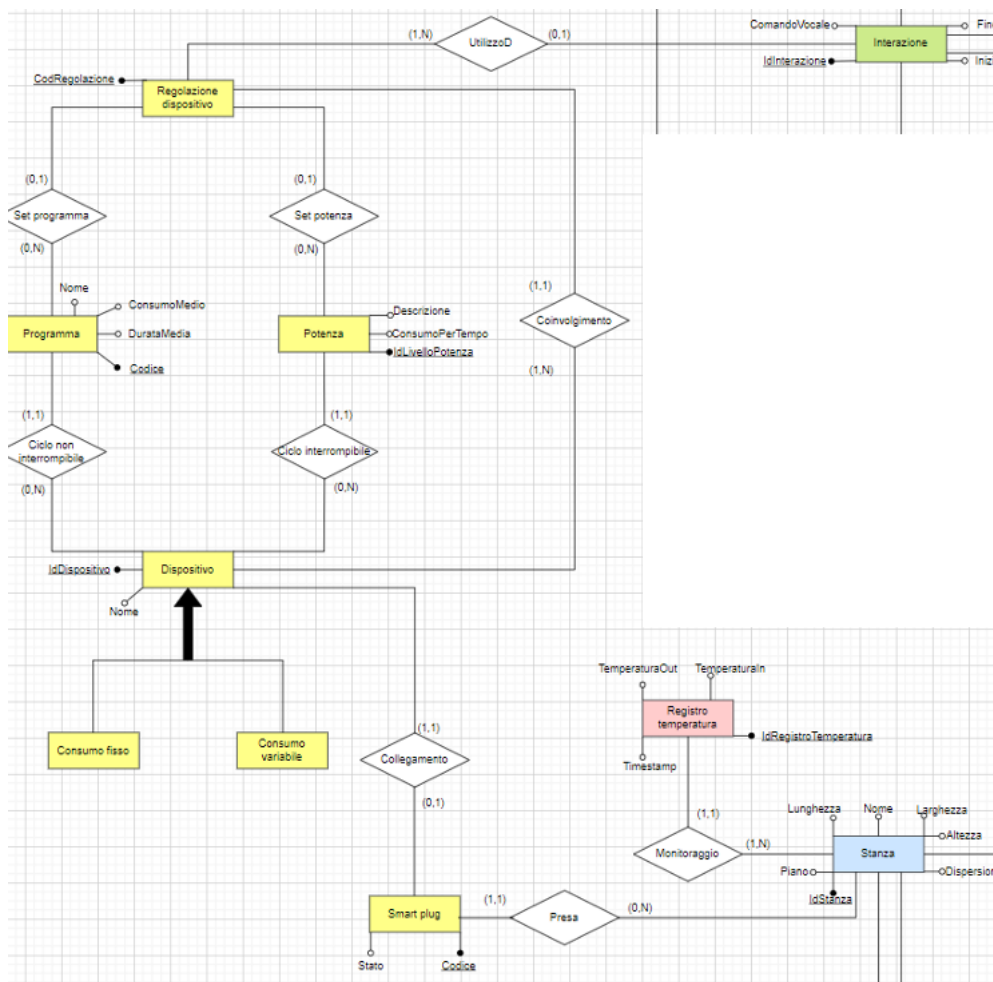


Ogni Stanza è identificata dal proprio codice univoco ed è caratterizzata da una Lunghezza, da una Larghezza, da un'Altezza e dal Piano di collocazione all'interno della casa. Ogni stanza ha il proprio Livello di Dispersione, che è importante per delineare il consumo degli elementi di climatizzazione.

Una stanza ha molteplici Punti di Accesso (1,N): questi possono essere Porte, Portefinestre oppure Finestre.

Per le porte nel database troviamo specificato se si trova di una porta comunicante con l'esterno oppure no, mentre per le portefinestre e le finestre viene indicato il punto cardinale.

## b. Area dispositivi



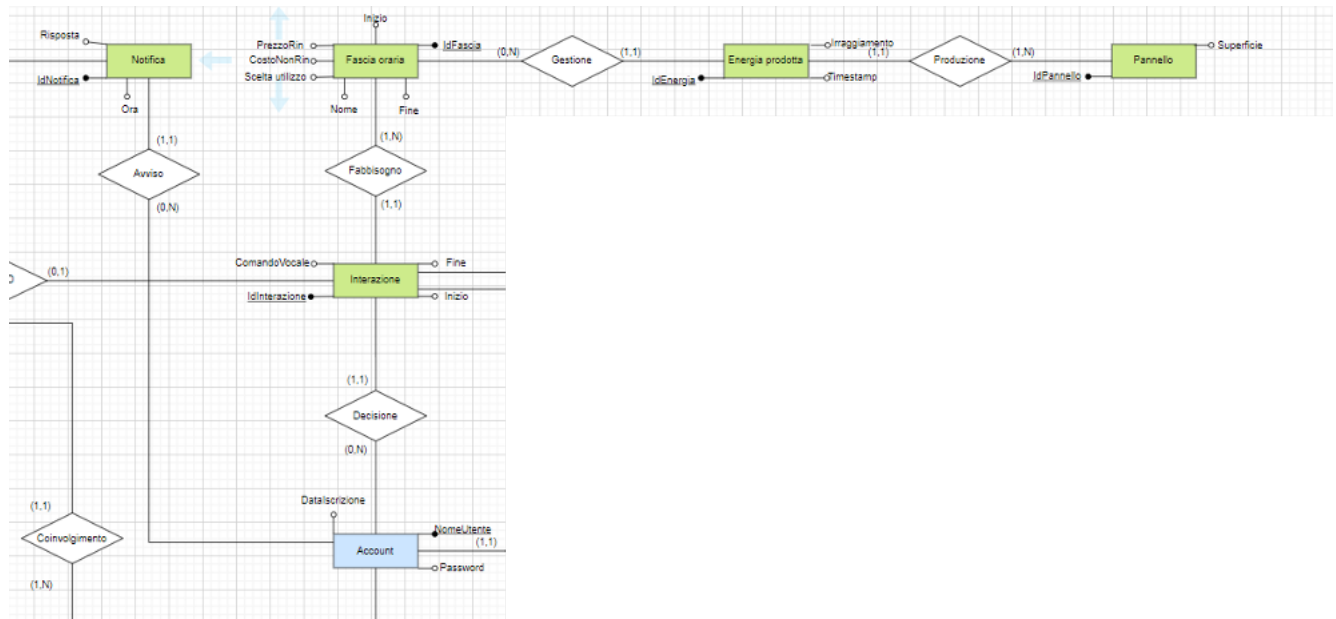
Questa parte di schema E-R mostra la gestione dei dispositivi all'interno della Smart-Home e le relative interazioni con i vari Account registrati. La generalizzazione su Dispositivo permette di distinguere il loro tipo di consumo, ovvero tra quelli a consumo Fisso oppure a consumo Variabile.

I dispositivi, una volta avviati possono essere a ciclo non interrompibile ed avere un Programma prestabilito, che una volta avviato, non può essere spento, oppure a ciclo interrompibile.

I dispositivi a ciclo interrompibile sono caratterizzati da vari livelli di Potenza ed ognuno di questi ha il proprio consumo in KW/H. Dei dispositivi con Programma è nota a priori la durata ed il consumo che ognuno di essi avrà.

Quando un Account vuole eseguire una regolazione di un dispositivo, esegue un'Interazione con il database.

### c. Area energia



In questa sezione del diagramma E-R è rappresentata la parte di gestione relativa all'energia. Si suppone che la principale fonte energetica rinnovabile della casa siano i Pannelli Fotovoltaici.

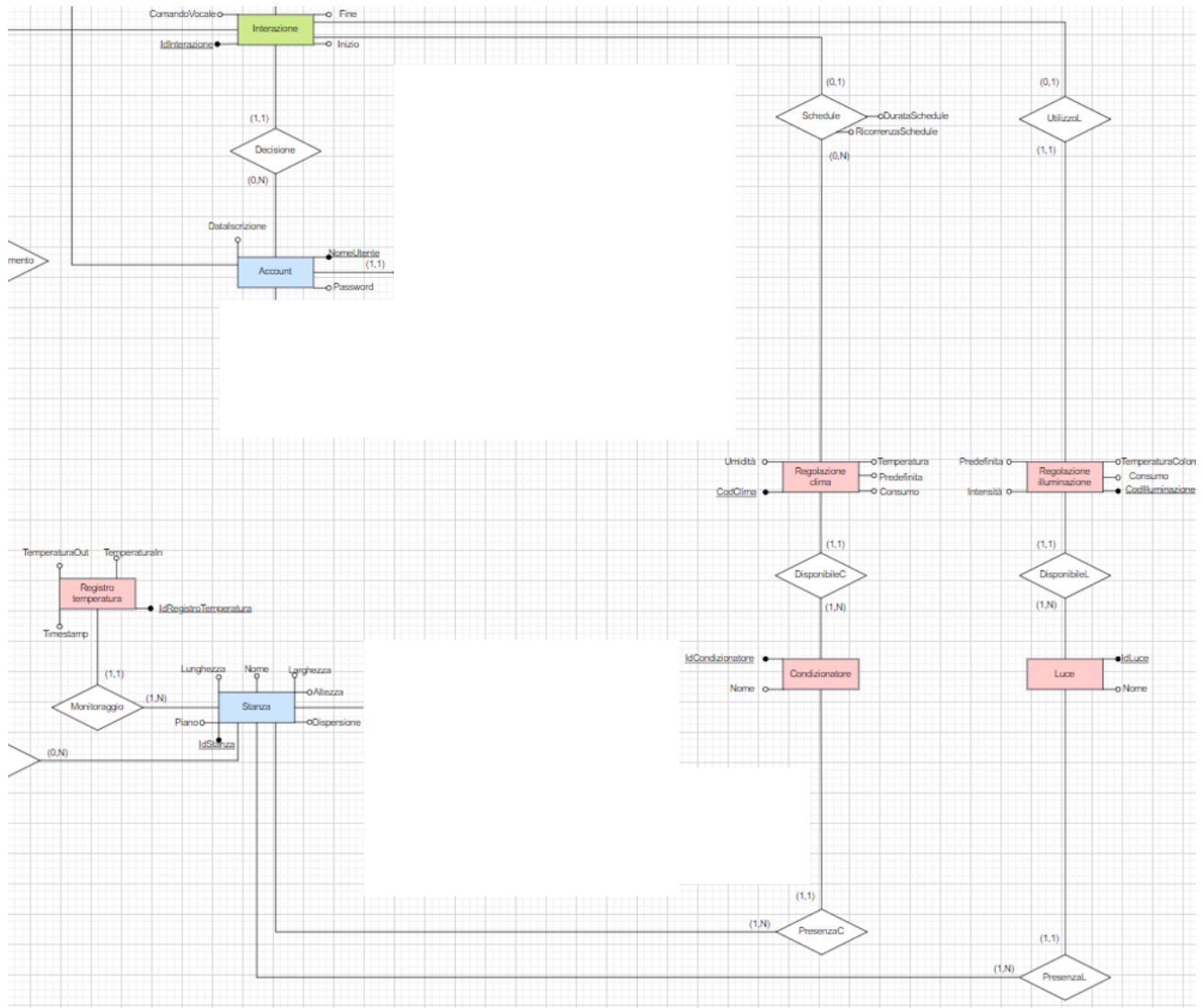
Il database memorizza ogni ora la Produzione di Energia, basandosi sull'Irraggiamento e sulla Superficie del pannello. Ogni rilevazione prodotta appartiene ad una Fascia Oraria.

Le giornate sono scandite nel database in Fasce Orarie e l'utente può scegliere se utilizzare la propria energia autoprodotta oppure se reimmetterla nella rete. L'attributo PrezzoRin contiene il prezzo dell'energia autoprodotta se decido di reimmetterla nella rete e quindi lo storno in bolletta che gli abitanti della Smart-Home otterrebbero; l'attributo CostoNonRin contiene la spesa che gli utenti hanno in caso in cui l'energia autoprodotta non sia sufficiente e siano costretti a prelevare energia dalla rete.

Una delle caratteristiche dell'energia rinnovabile è che deve essere utilizzata nell'immediato, quindi, nel momento in cui se ne ha una quantità sufficiente a

disposizione viene inviata una Notifica ad un account con la possibilità di avviare un dispositivo con un programma che ha un consumo minore o uguale all'energia disponibile.

## d. Area comfort



In questa porzione di diagramma E-R viene mostrato come la Smart-Home gestisce la parte relativa agli elementi di condizionamento e agli elementi di illuminazione.

In ciascuna stanza è presente un Registro di Temperatura che registra regolarmente la temperatura interna ed esterna ad una stanza, che ci permettono di capire quanto un elemento di condizionamento consuma per portare alla temperatura ideale la stanza.

### —> Elementi di condizionamento

Nell'entità Condizionamento sono registrati i vari tipi di elementi di condizionamento presenti in ciascuna stanza della casa, mentre nell'entità Regolazione Clima vengono salvati tutti i dati relativi alla loro regolazione. Gli elementi di condizionamento sono, infatti, regolati sulla base della Temperatura e dell'Umidità presenti all'interno della stanza.



Ogni regolazione può essere Predefinita, ovvero nel caso in cui, data una determinata temperatura e una determinata umidità viene eseguita sempre la stessa regolazione.

Il database registra anche il Consumo relativo a ciascuna regolazione, a partire da quanti KW/H ciascun elemento consuma e il tempo in cui un Account interagisce con esso.

All'interno dello Schedule troviamo la cadenza periodica con cui ciascuna regolazione può anche essere ripetuta e la durata a cui tale regolazione è soggetta.

Ciascuna Regolazione che ogni Account esegue viene salvata nel database all'interno dell'entità Interazione.

## —> Elementi di illuminazione

Nell'entità Illuminazione sono presenti i vari tipi di elementi di illuminazione, già preinstallati, all'interno della Smart-Home.

Un Account può effettuare le varie regolazioni scegliendo l'Intensità e la Temperatura Colore che preferisce avere all'interno di ciascuna stanza.

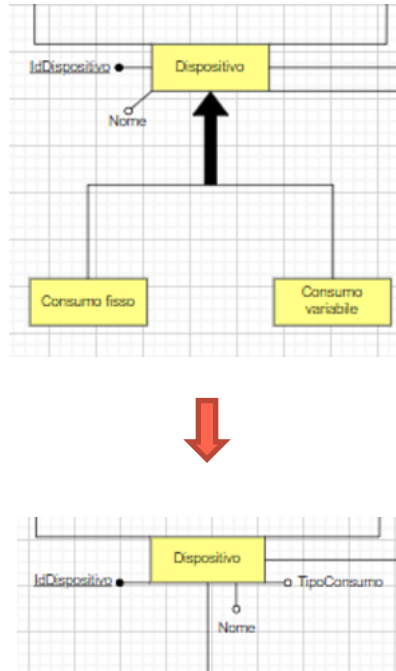
Il database memorizza delle combinazioni Predefinite di Intensità e Temperatura Colore per ciascun elemento di illuminazione che un Account può scegliere di applicare o meno.

Inoltre, il database memorizza il Consumo di ciascuna regolazione a partire considerando sia Intensità e Temperatura dell'elemento, sia la durata dell'interazione che l'utente ha con esso.

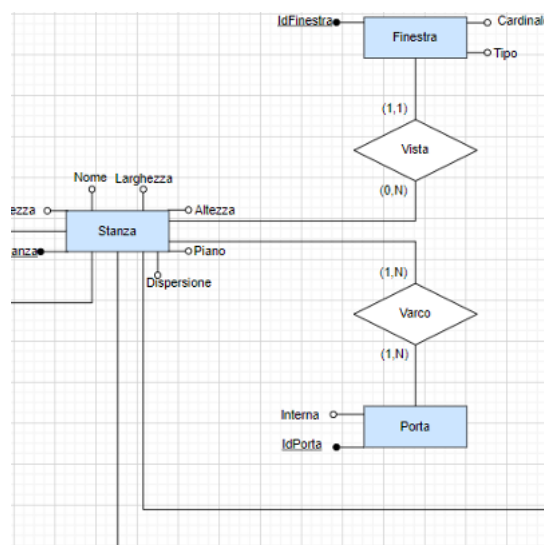
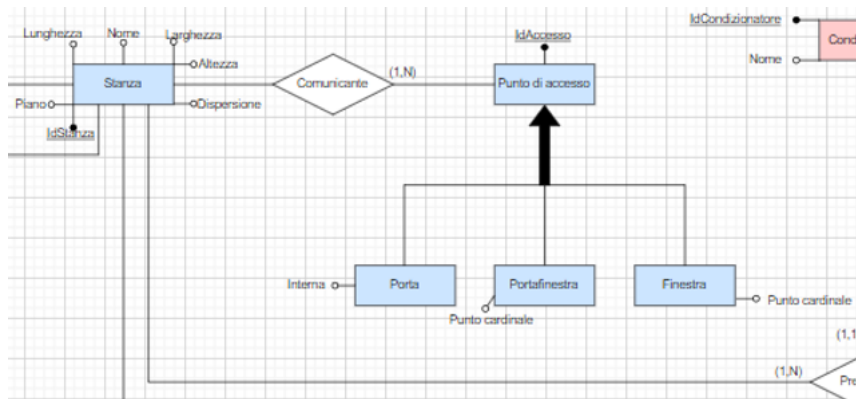
I dati relativi ad Inizio e Fine della regolazione, ovvero relativi all'interazione che un Account ha con questi elementi, vengono registrati all'interno dell'entità Interazione.

### 3. Descrizione della ristrutturazione del diagramma E-R

#### a. Traduzione delle generalizzazioni



Gli accessi alle entità figlie in questo caso sono contestuali al padre; conviene, quindi, che Consumo Fisso e Variabile siano accorpate in Dispositivo. A Dispositivo viene quindi aggiunto l'attributo TipoConsumo, che va a sostituire la generalizzazione.

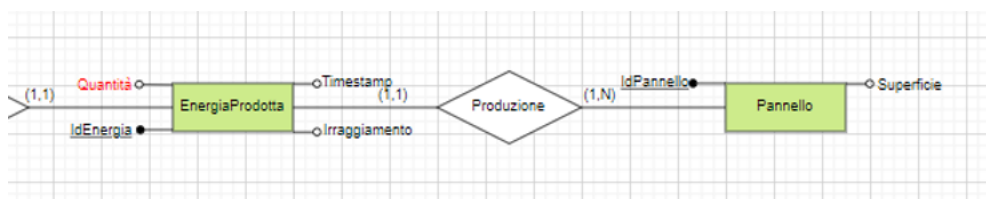


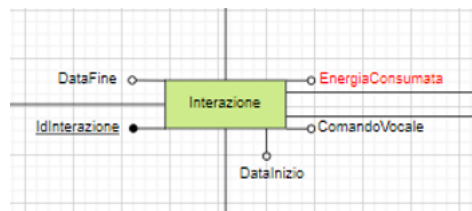
La generalizzazione Punto di Accesso è stata sostituita da due relazioni poiché si effettuano accessi separati

alle entità figlie e al padre. La prima relazione che ottengo è quella tra Stanza e Finestra: nell'entità Finestra aggiungo l'attributo Tipo che mi va a specificare se si tratta di una Finestra o di una Portafinestra ed una stanza potrà non avere alcuna finestra/portafinestra o averne molteplici avere (0,N).

La seconda relazione che otteniamo è quella tra Stanza e Porta: in questo caso so per certo che ogni stanza avrà almeno una porta, ma potrebbe averne anche molteplici (considerando sia quelle esterne, sia quelle interne).

## b. Introduzione di ridondanze





## 4. Analisi delle prestazioni e individuazione di operazioni interessanti sui dati

### a. Tavola dei volumi

Consideriamo il carico di ciascuna entità del database, con i dati riferiti ad un arco temporale di 1 anno.

Concetto	Tipo (E/R)	Volume e calcolo	Note
<b>Documento</b>	Entità	5	
<b>Identificazione</b>	Relazione	5	
<b>Utente</b>	Entità	5	Ipotizziamo il numero di abitanti della casa
<b>Registrazione</b>	Relazione	5	
<b>Account</b>	Entità	5	
<b>Sicurezza</b>	Relazione	5	Da relazione 1,1
<b>DomandaSicurezza</b>	Entità	3	Ipotizziamo il numero di domande fornite per la scelta
<b>Stanza</b>	Entità	11	Ipotizziamo il numero di stanze della casa
<b>Vista</b>	Relazione	13	Da relazione 1,1
<b>Finestra</b>	Entità	13	Ipotizziamo il numero di finestre della casa
<b>Varco</b>	Relazione	11	
<b>Porta</b>	Entità	11	Ipotizziamo il numero di porte della casa
<b>Presa</b>	Relazione	15	Da relazione 1,1
<b>SmartPlug</b>	Entità	15	
<b>Collegamento</b>	Relazione	19	Da relazione 1,1
<b>Dispositivo</b>	Entità	19	Ipotizziamo di avere 6 dispositivi a consumo variabile e 13 a consumo fisso
<b>Ciclo non interrompibile</b>	Relazione	36	Da relazione 1,1
<b>Programma</b>	Entità	$6 * 6 = 36$	Ci sono 6 dispositivi con programmi e ognuno ha in media 6 programmi
<b>Set programa</b>	Relazione	25	La carnalità di regolazione dispositivo è stata spartita in modo proporzionale fra set programma e set potenza, considerando i relativi volumi di programma e potenza
<b>Ciclo interrompibile</b>	Relazione	39	Da relazione 1,1
<b>Potenza</b>	Entità	$13 * 3 = 39$	Ci sono 13 dispositivi regolabili e ognuno ha in media 3 livelli di potenza

Concetto	Tipo (E/R)	Volume e calcolo	Note
Set potenza	Relazione	$75 * 0.67 = 50$	La carnalità di regolazione dispositivo è stata spartita in modo proporzionale fra set programma e set potenza, considerando i relativi volumi di programma e potenza
RegolazioneDispositivo	Entità	$6 * 6 + 13 * 3 = 75$	
Coinvolgimento	Relazione	75	Da relazione 1,1
UtilizzoD	Relazione	$365\ 000 * 0.3 = 109\ 500$	Dai volumi della tabella interazione sono stati spartiti fra UtilizzoD, UtilizzoC e UtilizzoL in modo proporzionale
Avviso	Relazione	1 825	Da relazione 1,1
Notifica	Entità	$5 * 365 = 1\ 825$	Ipotizziamo che in media vengono generate 5 notifiche al giorno
Relativa	Relazione	1 825	Da relazione 1,1
Decisione	Relazione	36 500	Da relazione 1,1
Interazione	Entità	$5 * 20 * 365 = 365\ 000$	Ipotizziamo che in media ogni persona effettua 20 interazioni al giorno
Fabbisogno	Relazione	36 500	Da relazione 1,1
FasciaOraria	Entità	3	Generalmente di contratto ci sono 3 fasce orarie
Gestione	Relazione	14 600	Da relazione 1,1
EnergiaProdotta	Entità	$4 * 10 * 365 = 14\ 600$	Ogni 15 minuti viene registrata l'energia prodotta, in media per le 10 ore di sole in un giorno
Produzione	Relazione	14 600	Da relazione 1,1
Pannello	Entità	4	Ipotizziamo il numero di pannelli solari installati sul tetto della casa
Monitoraggio	Relazione	8 760	Da relazione 1,1
RegistroTemperatura	Entità	$24 * 365 = 8\ 760$	Viene aggiornata ogni ora
PresenzaC	Relazione	11	Da relazione 1,1
Condizionatore	Entità	11	Ci sono condizionatori e/o caloriferi in ogni stanza della casa
DisponibileC	Relazione	110	Da relazione 1,1
RegolazioneClima	Entità	$11 * 10 = 110$	Ipotizziamo che ogni condizionatore può avere in media 10 regolazioni
Programmazione	Relazione	110	Da relazione 1,1
Schedule	Entità	110	Ipotizziamo che in media viene effettuata una schedule per ogni regolazione clima
UtilizzoC	Relazione	110	Da relazione 1,1
PresenzaL	Relazione	20	Da relazione 1,1
Luce	Entità	20	Ipotizziamo il numero di luci della casa

Concetto	Tipo (E/R)	Volume e calcolo	Note
<b>DisponibileL</b>	Relazione	100	Da relazione 1,1
<b>RegolazioneIlluminazione</b>	Entità	$20 * 5 = 100$	Ipotizziamo che ogni luce può avere 5 regolazioni
<b>UtilizzoL</b>	Relazione	$365\ 000 * 0.5 = 182\ 500$	I volumi della tabella interazione sono stati spartiti fra UtilizzoD, UtilizzoC e UtilizzoL in modo proporzionale

## b. Individuazione delle operazioni e tavola degli accessi

- 1) Inserimento di un nuovo utente
- 2) Inserimento di un nuovo contratto di gestione dell'energia
- 3) Energia autoprodotta o richiesta dalla rete in un giorno
- 4) Riassunto energia consumata giornalmente dagli elementi di condizionamento
- 5) Regolazione della luce più frequente
- 6) Energia consumata da un dispositivo in un giorno
- 7) Smart Plug inattive
- 8) Account che ha consumato maggiormente energia nell'ultimo mese

## Calcolo per tenere aggiornata la ridondanza EnergiaConsumata in Interazione

Tavola dei volumi:

Concetto	Tipo (E/R)	Volume e calcolo
Interazione	Entità	$5 * 20 * 365 = 365\ 000$
Programma	Entità	$6 * 6 = 36$
Set programa	Relazione	25
Potenza	Entità	$13 * 3 = 39$
Set potenza	Relazione	$75 * 0.67 = 50$
RegolazioneDispositivo	Entità	$6 * 6 + 13 * 3 = 75$
UtilizzoD	Relazione	$365\ 000 * 0.3 = 109\ 500$
RegolazioneClima	Entità	$11 * 10 = 110$
Programmazione	Relazione	110
Schedule	Entità	110
RegolazioneIlluminazione	Entità	$20 * 5 = 100$
UtilizzoC	Relazione	110

Tavola degli accessi:

Concetto	Tipo concetto (E/R)	Numero operazioni	Tipo operazione (L/S)	Descrizione
Interazione	E	2	S	Inserimento del valore nel campo EnergiaConsumata
RegolazioneDispositivo	E	0,33	L	
Programma	E	0,16	L	Lettura consumo
Potenza	E	0,17	L	Lettura consumo
Schedule	E	0,33	L	
RegolazioneClima	E	0,33	L	Lettura consumo
RegolazioneIlluminazione	E	0,34	L	Lettura consumo

Per mantenere la ridondanza aggiornata ad ogni inserimento vengono eseguite 3.66 operazioni.

## Calcolo per tenere aggiornata la Quantità in EnergiaProdotta

Tavola dei volumi:



Concetto	Tipo (E/R)	Volume e calcolo
FasciaOraria	Entità	3
Gestione	Relazione	14 600
EnergiaProdotta	Entità	$4 * 10 * 365 = 14\ 600$
Produzione	Relazione	14 600
Pannello	Entità	4

Tavola degli accessi:

Concetto	Tipo concetto (E/R)	Numero operazioni	Tipo operazione (L/S)	Descrizione
Pannello	E	1	L	Lettura superficie
EnergiaProdotta	E	1	L	Lettura irraggiamento
EnergiaProdotta	E	1	S	Scrittura quantità

Per mantenere la ridondanza aggiornata ad ogni inserimento vengono eseguite 4 operazioni.

## Inserimento di un nuovo utente

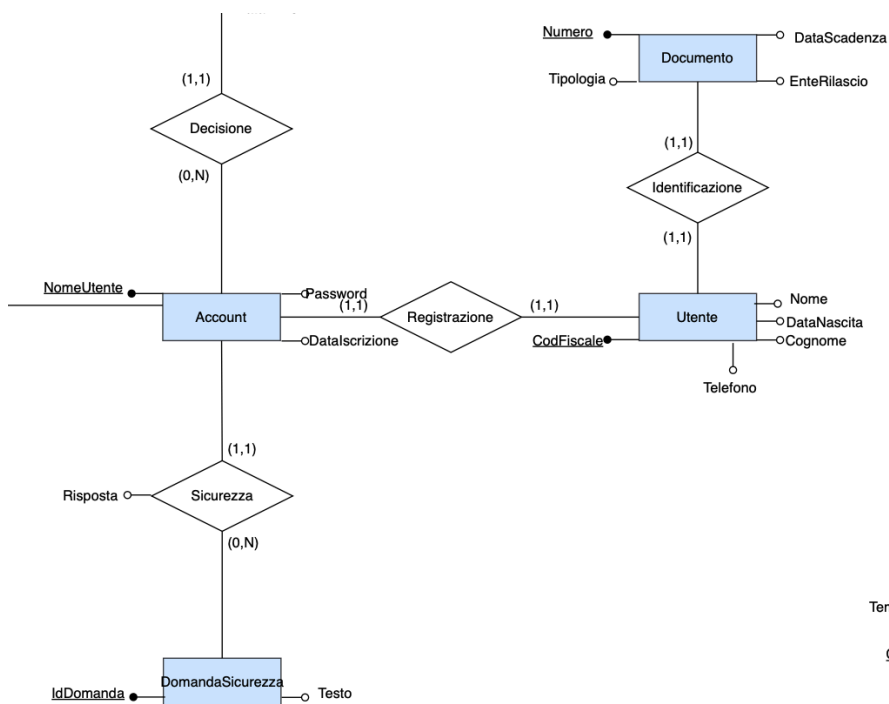
**Descrizione dell'operazione:** ogni abitante della casa per interagire con la smart home deve creare un utente e registrarsi con un proprio account.

**Frequenza:** 5 nuovi utente al giorno

**Input:** Utente.CodFiscale, Utente.Nome, Utente.Cognome, Utente.DataNascita, Utente.Telefono, Documento.Numero, Documento.Tipologia, Documento.EnteRilascio, Documento.DataScadenza, Account.NomeUtente, Account.Password, Account.Risposta

**Output:** Utente

**Porzione di E-R interessata e relativa tavola dei volumi:**



Concetto	Tipo (E/R)	Volume e calcolo
Documento	Entità	5
Identificazione	Relazione	5
Utente	Entità	5
Registrazione	Relazione	5
Account	Entità	5
Sicurezza	Relazione	5
DomandaSicurezza	Entità	3

**Tavola degli accessi:**

Concetto	Tipo concetto (E/R)	Numero operazioni	Tipo operazione (L/S)	Descrizione
Utente	E	1	S	Registra i dati in input dell'utente
Documento	E	1	S	
Account	E	1	S	
DomandaSicurezza	E	1	L	Si accede alla domanda scelta

#### Calcoli finali e note

**Costo totale dell'operazione:**  $2 + 2 + 2 + 1 = 7$

**Costo giornaliero dell'operazione:**  $7 * 5 = 35$

## Inserimento di un nuovo contratto di gestione dell'energia

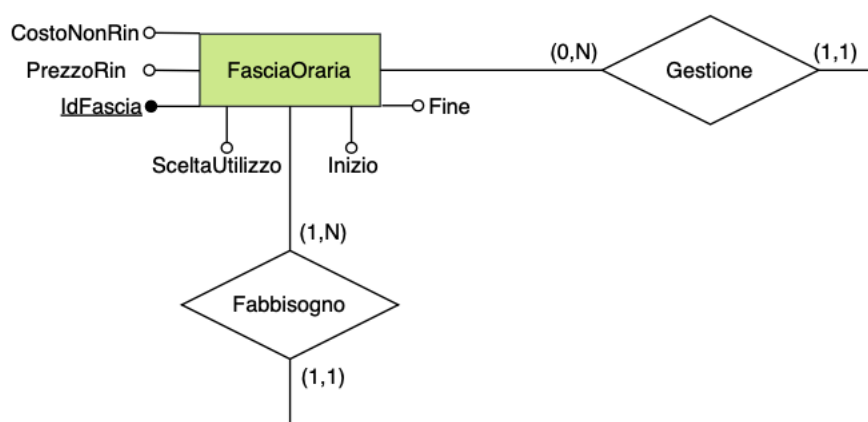
**Descrizione dell'operazione:** ogni famiglia ha un contratto di gestione dell'energia, che può subire modifiche nel tempo oppure può essere sostituito con la scelta di un nuovo contratto. Questa operazione permette l'inserimento delle condizioni contrattuali di una fascia oraria.

**Frequenza:** 1 volta ogni 2 anni

**Input:** Nome, Inizio, Fine, PrezzoRin, CostoNonRin, SceltaUtilizzo

**Output:** FasciaOraria

**Porzione di E-R interessata e relativa tavola dei volumi:**



Concetto	Tipo (E/R)	Volume e calcolo
FasciaOraria	Entità	3

**Tavola degli accessi:**

Concetto	Tipo concetto (E/R)	Numero operazioni	Tipo operazione (L/S)	Descrizione
FasciaOraria	E	1	S	Inserimento dei nuovi dati forniti in input

**Calcoli finali e note:**

**Costo totale dell'operazione:** 1

**Costo periodico dell'operazione:**  $1 * 3 = 3$  ogni due anni.

## Energia autoprodotta o richiesta dalla rete in un dato giorno

**Descrizione dell'operazione:** calcola l'energia che è stata autoprodotta dai pannelli solari oppure quella richiesta dalla rete in un dato giorno. Partendo dal fabbisogno ricavato dall'energia consumata in interazione, se il valore di produzione energetica dei pannelli è inferiore allora la differenza (energia consumata - energia prodotta) sarà prelevata dalla rete.

**Frequenza:** 20 volte al giorno

**Input:** —

**Output:** energia prodotta o richiesta

### Tavola dei volumi:

Concetto	Tipo (E/R)	Volume e calcolo
Interazione	Entità	$5 * 20 * 365 = 365\ 000$
Programma	Entità	$6 * 6 = 36$
Set programa	Relazione	25
Potenza	Entità	$13 * 3 = 39$
Set potenza	Relazione	$75 * 0.67 = 50$
RegolazioneDispositivo	Entità	$6 * 6 + 13 * 3 = 75$
UtilizzoD	Relazione	$365\ 000 * 0.3 = 109\ 500$
Interazione	Entità	$5 * 20 * 365 = 365\ 000$
Fabbisogno	Relazione	36 500
FasciaOraria	Entità	3
Gestione	Relazione	14 600
EnergiaProdotta	Entità	$4 * 10 * 365 = 14\ 600$
Produzione	Relazione	14 600
Pannello	Entità	4
RegolazioneClima	Entità	$11 * 10 = 110$
Programmazione	Relazione	110
Schedule	Entità	110
RegolazioneIlluminazione	Entità	$20 * 5 = 100$
UtilizzoC	Relazione	110

### Tavola degli accessi in assenza di ridondanza:

Concetto	Tipo concetto (E/R)	Numero operazioni	Tipo operazione (L/S)	Descrizione
RegolazioneDispositivo	E	33	L	Ipotesi
Programma	E	16	L	Lettura consumo
Potenza	E	17	L	Lettura consumo
Schedule	R	33	L	Ipotesi
RegolazioneClima	E	33	L	Ipotesi
RegolazioneIlluminazione	E	34	L	Ipotesi
Interazione	E	100	L	Interazioni medie in un giorno
FasciaOraria	E	100	L	Per ogni interazione cerco la fascia oraria corrispondente
EnergiaProdotta	E	400	L	Tuple di energia prodotta in un giorno
Pannello	E	400	L	Lettura superficie

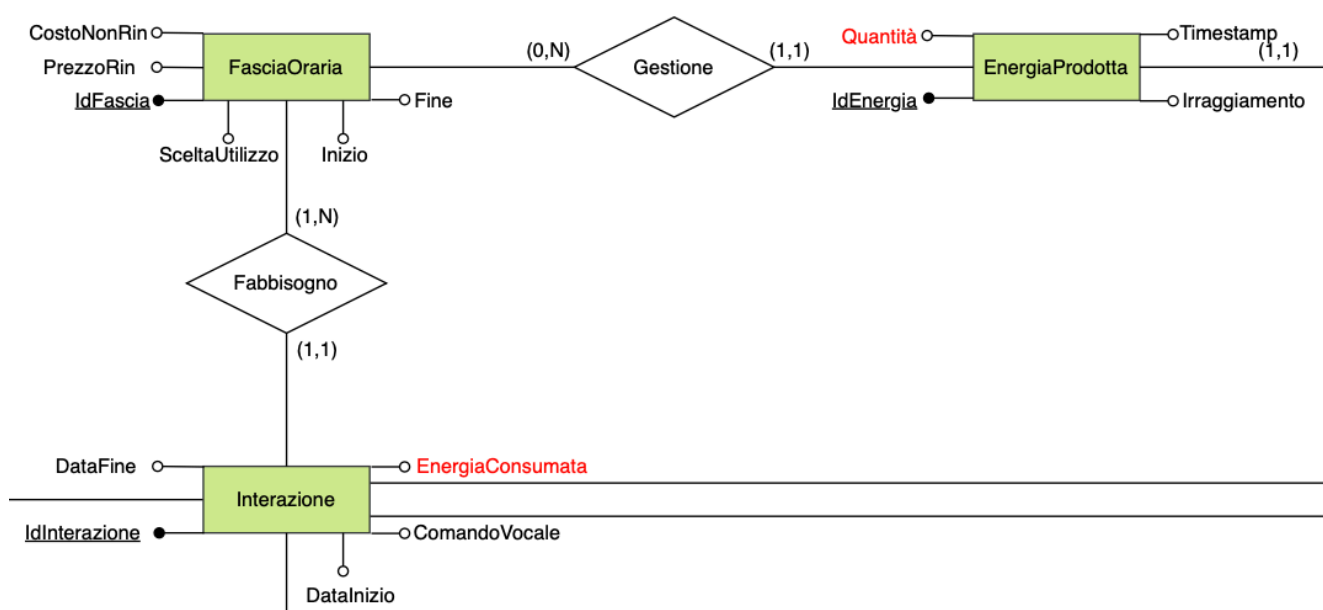
#### Calcoli finali e note:

**Costo totale dell'operazione:**  $33 + 16 + 17 + 33 + 33 + 34 + 100 + 100 + 400 + 400 = 1\ 166$

**Costo giornaliero dell'operazione:**  $1\ 166 * 20 = 23\ 320$

#### Caso in cui sia presente la ridondanza:

**Porzione di E-R:**



**Tavola degli accessi in presenza di ridondanza:**

Concetto	Tipo concetto (E/R)	Numero operazioni	Tipo operazione (L/S)	Descrizione
Interazione	E	100	L	Interazioni medie in un giorno
FasciaOraria	E	100	L	Per ogni interazione cerco la fascia oraria corrispondente
EnergiaProdotta	E	400	L	Tuple di energia prodotta in un giorno

**Costo dell'operazione:**  $100 + 100 + 400$

**Costo giornaliero dell'operazione:**  $600 * 20 = 12\ 000$

**Costo per mantenere il dato aggiornato:** 3,66 ; 4

**Numero di operazioni elementari:** 6

**Frequenza di aggiornamento:** ad ogni inserimento

**Costo per mantenere il dato consistente:**  $3.66 * 100 + 4 * 400 = 3\ 064$

**Costo totale:**  $3\ 064 + 600 = 15\ 064$

Dall'analisi dei costi si decide di inserire l'attributo ridondante EnergiaConsumata e Quantità in quanto garantiscono un risparmio pari quasi al 50% e sono utili per altre operazioni del database.

# Energia consumata giornalmente dagli elementi di condizionamento

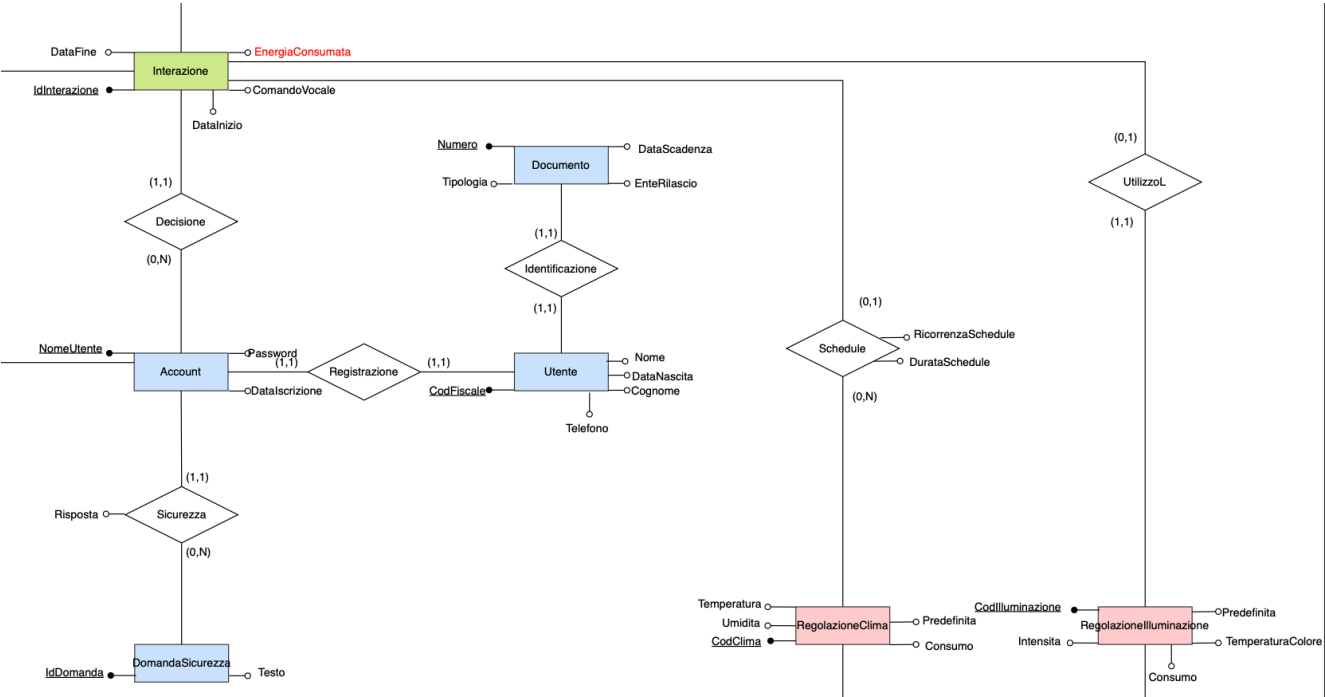
**Descrizione dell’operazione:** permette di avere un riassunto dei consumi dei condizionatori

**Frequenza giornaliera:** 5 volte al giorno

**Input:** —

**Output:** consumo giornaliero

**Porzione di E-R interessata e relativa tavola dei volumi:**



Concetto	Tipo (E/R)	Volume e calcolo
Interazione	Entità	$5 * 20 * 365 = 365\ 000$
RegolazioneClima	Entità	$11 * 10 = 110$
Programmazione	Relazione	110
Schedule	Entità	110
UtilizzoC	Relazione	110

**Tavola degli accessi:**



Concetto	Tipo concetto (E/R)	Numero operazioni	Tipo operazione (L/S)	Descrizione
Interazione	E	$(365\,000 / 365) / 3 = 333$	L	Cerco fra tutte le interazioni quelle che derivano da regolazione clima e ipotizzo siano 1/3 di tutte

**Costo dell'operazione:** 333

**Costo giornaliero dell'operazione:**  $333 * 5 = 1665$

## Regolazione della luce più frequente

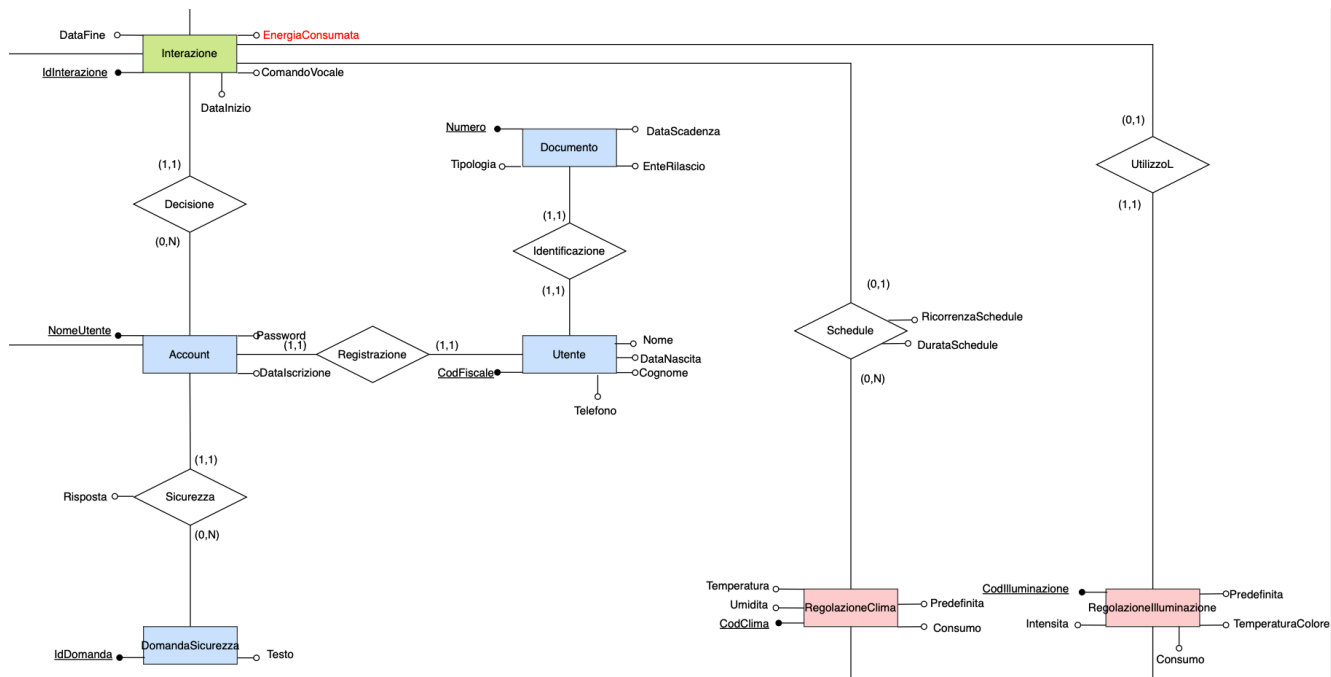
**Descrizione dell'operazione:** operazione che ricava la regolazione illuminazione più frequente

**Frequenza giornaliera:** supponiamo 10 volte al giorno

**Input:**

**Output:** luce

**Porzione di E-R interessata e relativa tavola dei volumi:**



Concetto	Tipo (E/R)	Volume e calcolo
Interazione	Entità	$5 * 20 * 365 = 365\ 000$
UtilizzoL	Relazione	$365\ 000 * 0.5 = 182\ 500$
RegolazioneIlluminazione	Entità	$20 * 5 = 100$

**Tavola degli accessi:**

Concetto	Tipo concetto (E/R)	Numero operazioni	Tipo operazione (L/S)	Descrizione
Interazione	E	33	L	Accesso alle interazioni derivanti dalla regolazione illuminazione, supponiamo 1/3 di tutte e 100 = 33)
RegolazioneIlluminazione	E	33	L	Lettura id luce

**Calcoli finali e note:**

**Costo totale dell'operazione: 66**

**Costo giornaliero dell'operazione:  $66 * 5 = 330$**

## Energia consumata da un dispositivo in un giorno

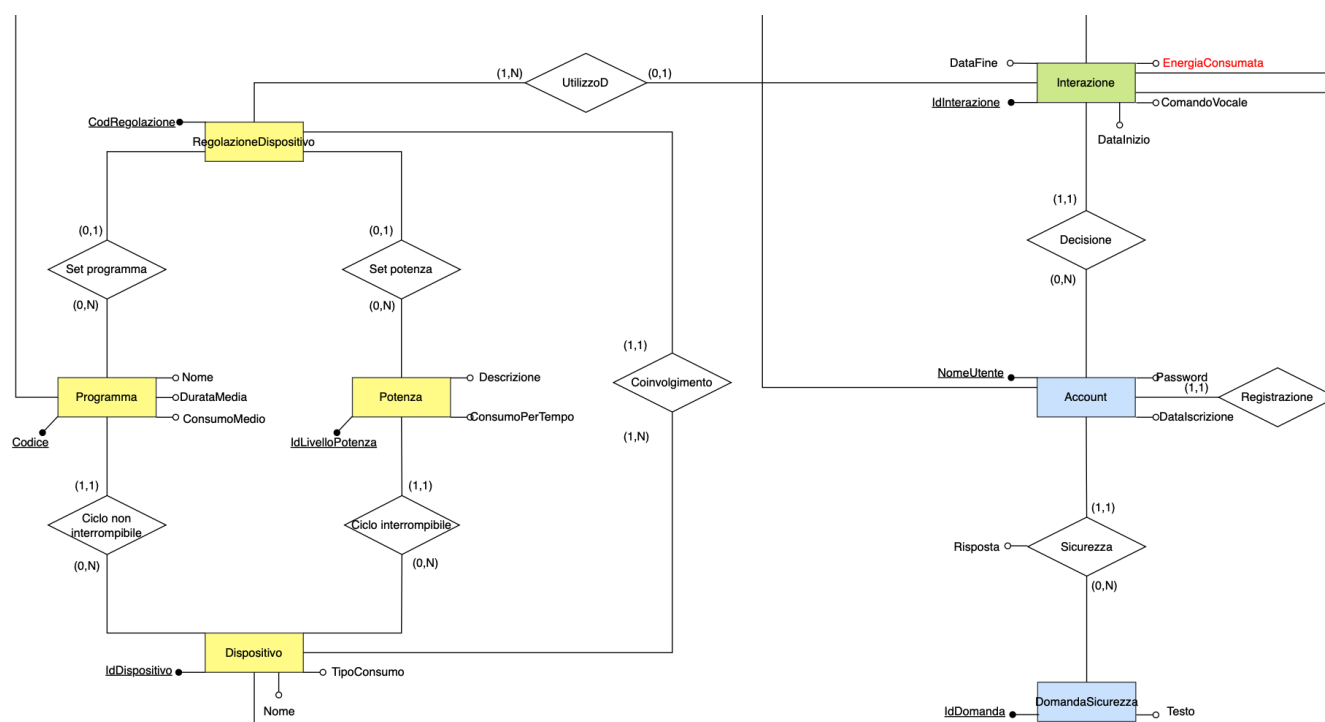
**Descrizione dell'operazione:** gli utenti possono interagire con i dispositivi, e per ogni interazione effettuata ne viene registrata l'energia consumata. In questa operazione viene calcolata l'energia consumata per tutte le interazioni effettuate da un dispositivo in un giorno.

**Frequenza:** 1 al giorno

**Input:** data, IdDispositivo

**Output:** Totale dell'energia consumata da un dispositivo in un giorno

**Porzione di E-R interessata e relativa tavola dei volumi:**



Concetto	Tipo (E/R)	Volume e calcolo
<b>RegolazioneDispositivo</b>	Entità	$6 * 6 + 13 * 3 = 75$
<b>Coinvolgimento</b>	Relazione	75
<b>UtilizzoD</b>	Relazione	$365\ 000 * 0.3 = 109\ 500$
<b>Interazione</b>	Entità	$5 * 20 * 365 = 365\ 000$

**Tavola degli accessi in assenza di ridondanza:**

Concetto	Tipo concetto (E/R)	Numero operazioni	Tipo operazione (L/S)	Descrizione
Coinvolgimento	R	1	L	Accedo direttamente al dispositivo fornito in input

Concetto	Tipo concetto (E/R)	Numero operazioni	Tipo operazione (L/S)	Descrizione
RegolazioneDispositivo	E	7	L	Ipotizziamo che un dispositivo venga regolato in media 7 volte al giorno
Interazione	E	7	L	Lettura del campo energia consumata dalla tabella RegolazioneDispositivo

**Calcoli finali e note:**

**Costo totale dell'operazione:**  $1 + 7 + 7 = 15$

**Costo giornaliero dell'operazione:** 15

## Smart Plug inattive

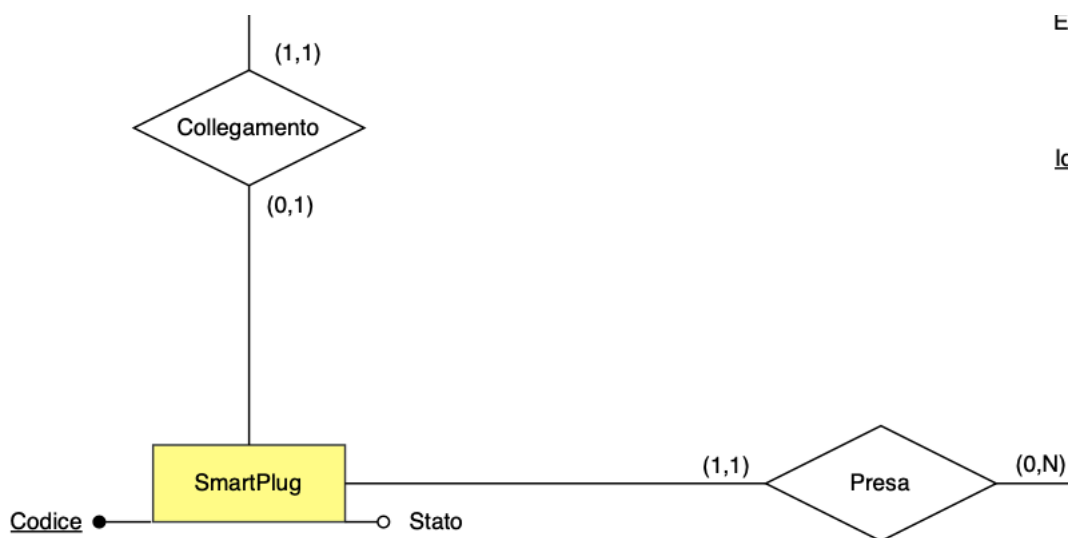
**Descrizione dell'operazione:** permette di verificare quali smart plug presenti nella casa sono inattive, nel caso un utente abbia bisogno di una di esse per collegarci un dispositivo e usufruire dell'app mysmarthome.

**Frequenza giornaliera:** 20 al giorno

**Input:** —

**Output:** smart plug inattive

**Porzione di E-R interessata e relativa tavola dei volumi:**



Concetto	Tipo (E/R)	Volume e calcolo
SmartPlug	Entità	15

**Tavola degli accessi:**

Concetto	Tipo concetto (E/R)	Numero operazioni	Tipo operazione (L/S)	Descrizione
SmartPlug	E	15	L	Lettura di tutte le smartplug

**Calcoli finali e note:**

**Costo totale dell'operazione:** 15.

**Costo periodico giornaliero dell'operazione:**  $15 * 20 = 300$ .

## Account che ha consumato maggiormente energia nell'ultimo mese

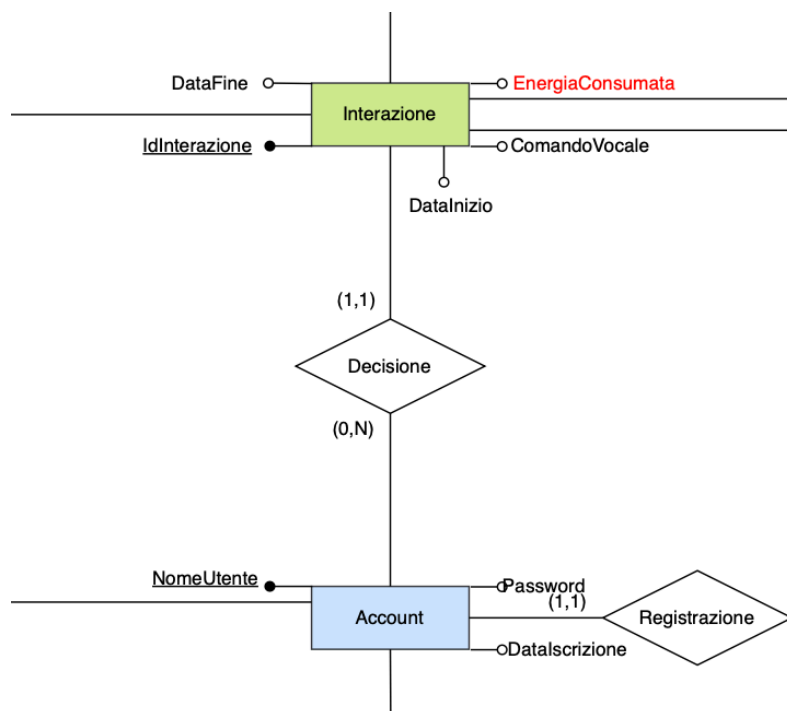
**Descrizione dell'operazione:** questa operazione ricava l'account che ha consumato maggiormente energia attraverso le interazioni, nell'ultimo mese.

**Frequenza:** 1 al mese

**Input:** —

**Output:** account

**Porzione di E-R interessata e relativa tavola dei volumi:**



Concetto	Tipo (E/R)	Volume e calcolo
Interazione	Entità	$5 * 20 * 365 = 365\ 000$
Account	Entità	5
Decisione	Relazione	36 500

**Tavola degli accessi:**

Concetto	Tipo concetto (E/R)	Numero operazioni	Tipo operazione (L/S)	Descrizione
Interazione	E	$5 * 20 * 30 = 3\ 000$	L	Si suppone di fare 100 interazioni al giorno, quindi 3 000 al mese
Account	E	3 000	L	

**Calcoli finali e note:**

**Costo totale dell'operazione:**  $3000 + 3000 = 6000$

**Costo giornaliero dell'operazione:**  $6\ 000 / 30 = 200$





## 5. Traduzione nel modello logico relazionale

### a. Schema logico e relativi vincoli di integrità referenziale

Di seguito la traduzione nel modello logico relazionale e le tabelle indicanti i vincoli di integrità referenziale delle rispettive aree.

Nella parte di sinistra viene indicata la tabella e l'attributo che rappresenta la foreign key e di seguito nella parte di destra viene indicata la reference.

ChiavePrimaria, ChiaveEsterna, ChiavePrimaria&ChiaveEsterna\*

- Area generale

Documento (Numero, Tipologia, EnteRilascio, DataScadenza, CodFiscale)

Utente (CodFiscale, Nome, Cognome, Telefono, DataNascita)

Account (NomeUtente, Password, DataIscrizione, Risposta, IdDomanda, CodFiscale)

DomandaSicurezza (IdDomanda, Testo)

Stanza (IdStanza, Nome, Piano, Lunghezza, Larghezza, Altezza, Dispersione)

Finestra (IdFinestra, Tipo, Cardinale, IdStanza)

Porta (IdPorta, Interna, IdStanza)

Varco (IdPorta\*, IdStanza\*)

Chiave esterna		Reference	
Schema	Attributo	Schema	Attributo
Documento	CodFiscale	Utente	CodFiscale
Account	CodFiscale	Utente	CodFiscale
Account	IdDomanda	DomandaSicurezza	IdDomanda
Finestra	IdStanza	Stanza	IdStanza
Porta	IdStanza	Stanza	IdStanza
Varco	IdPorta	Porta	IdPorta
Varco	IdStanza	Stanza	IdStanza

- Area dispositivi

SmartPlug (Codice, Stato, IdStanza)

Dispositivo (IdDispositivo, Nome, TipoConsumo, Codice)

Potenza (IdLivelloPotenza, Descrizione, ConsumoPerTempo, IdDispositivo)

Programma (Codice, Nome, DurataMedia, ConsumoMedio, IdDispositivo)

RegolazioneDispositivo (CodRegolazione, IdDispositivo, Codice, IdLivelloPotenza)

Chiave esterna		Reference	
Schema	Attributo	Schema	Attributo
SmartPlug	IdStanza	Stanza	IdStanza

Chiave esterna		Reference	
Schema	Attributo	Schema	Attributo
Dispositivo	Codice	SmartPlug	Codice
Potenza	IdDispositivo	Dispositivo	IdDispositivo
RegolazioneDispositivo	IdDispositivo	Dispositivo	IdDispositivo
RegolazioneDispositivo	Codice	Programma	Codice
RegolazioneDispositivo	IdLivelloPotenza	Potenza	IdLivelloPotenza

## • Area energia

Interazione (IdInterazione, Inizio, Fine, ComandoVocale, EnergiaConsumata, IdFascia, NomeUtente, IdSchedule, CodRegolazioneDispositivo, CodIlluminazione, CodRegolazioneClima)  
FasciaOraria (IdFascia, Nome, Inizio, Fine, PrezzoRin, CostoNonRin, SceltaUtilizzo)  
EnergiaProdotta (IdEnergia, Timestamp, Irraggiamento, Quantita, IdFascia, IdPannello)  
Pannello (IdPannello, Superficie)  
Notifica (IdNotifica, Invio, Risposta, Codice, NomeUtente)

Chiave esterna		Reference	
Schema	Attributo	Schema	Attributo
Interazione	IdFascia	FasciaOraria	IdFascia
Interazione	NomeUtente	Account	NomeUtente
Interazione	IdSchedule	Schedule	IdSchedule
Interazione	CodRegolazioneDispositivo	RegolazioneDispositivo	CodRegolazione
Interazione	CodRegolazioneClima	RegolazioneClima	CodClima
Interazione	CodRegolazioneIlluminazione	RegolazioneIlluminazione	CodIlluminazione
EnergiaProdotta	IdPannello	Pannello	IdPannello
EnergiaProdotta	IdFascia	FasciaOraria	IdFascia
Notifica	Codice	Programma	Codice
Notifica	NomeUtente	Account	NomeUtente

## • Area comfort

RegistroTemperatura (IdRegistroTemperatura, Timestamp, TemperaturaOut, TemperaturaIn, Efficienza, IdStanza)  
Condizionatore (IdCondizionatore, Nome, IdStanza)  
Luce (IdLuce, Nome, IdStanza)  
RegolazioneClima (CodClima, Temperatura, Umidita, Predefinita, Consumo, IdCondizionatore)  
RegolazioneIlluminazione (CodIlluminazione, Intensita, TemperaturaColore, Predefinita, Consumo, IdLuce)  
Schedule (IdSchedule, Durata, PeriodoRipetizione, CodClima)

Chiave esterna		Reference	
Schema	Attributo	Schema	Attributo
RegistroTemperatura	IdStanza	Stanza	IdStanza
Condizionatore	IdStanza	Stanza	IdStanza
Luce	IdStanza	Stanza	IdStanza
RegolazioneClima	IdCondizionatore	Condizionatore	IdCondizionatore
RegolazioneIlluminazione	IdLuce	Luce	IdLuce
Schedule	CodClima	RegolazioneClima	CodClima

## b. Vincoli di integrità generici

Gestiti tramite codice sql con check e trigger.

- Check: L'attributo Tipologia in Documento deve essere "CartaIdentita", "Patente" o "Passaporto".
- Check: L'attributo Tipo in Finestra deve essere un valore fra "N", "NE", "NW", "S", "SE", "SW", "E", "W".
- Check: L'attributo TipoConsumo in Dispositivo deve rispettare la dicitura "Fisso" o "Variabile".
- Check: L'attributo EnergiaConsumata in Interazione deve avere un valore maggiore o uguale a 0.
- Check: L'attributo PrezzoRin in FasciaOraria deve assumere un valore maggiore di 0.
- Check: L'attributo CostoNonRin in FasciaOraria deve assumere un valore maggiore di 0.
- Check: L'attributo SceltaUtilizzo In FasciaOraria deve essere fra "UtilizzareEnergiaAutoprodotta" e "ReimmettereNellaRete".
- Check: L'attributo Irraggiamento in EnergiaProdotta deve assumere un valore maggiore o uguale a 0.
- Check: L'attributo Quantita in EnergiaProdotta deve assumere un valore maggiore o uguale a 0.
- Check: L'attributo Superficie in Pannello deve assumere un valore maggiore di 0.
- Check: L'attributo Efficienza in RegistroTemperatura deve assumere un valore maggiore o uguale a 0.
- Check: L'attributo Umidità in RegolazioneClima deve essere un valore fra 30 e 70 (sono percentuali).
- Check: L'attributo Temperatura in RegolazioneClima deve essere una valore fra 10 e 30 gradi.
- Check: L'attributo Durata in Schedule deve essere fra 1 e 24 e indica le ore.
- Trigger che evita l'inserimento di un nuovo utente utilizzando un NomeUtente account già esistente.
- Trigger per il calcolo e l'inserimento della ridondanza EnergiaConsumata nella tabella Interazione.

- Funzione per il calcolo e trigger per l'inserimento della ridondanza Quantità nella tabella EnergiaProdotta dai pannelli.
- Trigger che effettua l'inserimento di una nuova notifica se ho energia necessaria.
- Trigger che aggiunge una nuova interazione derivante dalla risposta positiva ad una notifica.
- Il Documento inserito deve essere in corso di validità, cioè la data di inserimento del documento deve essere antecedente alla data di scadenza.
- L'interazione deve coinvolgere una elemento fra CodRegolazioneDispositivo, IdSchedule e CodIlluminazione.
- RegolazioneDispositivo ha solo o Codice o IdLivelloPotenza.

## 6. Analisi delle dipendenze funzionali e normalizzazione dello schema

A questo punto si procede con l'analisi delle dipendenze funzionali delle relazioni ottenute dalla traduzione. Per ogni tabella in elenco, si analizzano le dipendenze funzionali presenti e nel caso in cui la forma Boyce-Codd Normal Form non sia corretta si decompone in forma BCNF.

Documento (Numero, Tipologia, EnteRilascio, DataScadenza, CodFiscale)

Numero, Tipologia → EnteRilascio, DataScadenza, CodFiscale  
BCNF corretta.

Utente (CodFiscale, Nome, Cognome, Telefono, DataNascita)

CodFiscale → Nome, Cognome, Telefono, DataNascita  
BCNF corretta.

Account (NomeUtente, Password, DataIscrizione, Risposta, IdDomanda, CodFiscale)

NomeUtente → Password, DataIscrizione, Risposta, IdDomanda, CodFiscale  
BCNF corretta.

DomandaSicurezza (IdDomanda, Testo)

IdDomanda → Testo  
BCNF corretta.

Stanza (IdStanza, Nome, Piano, Lunghezza, Larghezza, Altezza, Dispersione)

IdStanza → Nome, Piano, Lunghezza, Larghezza, Altezza, Dispersione  
BCNF corretta.

Finestra (IdFinestra, Tipo, Cardinale, IdStanza)

IdFinestra → Tipo, Cardinale, IdStanza  
BCNF corretta.

Porta (IdPorta, Interna, IdStanza)

IdPorta → Interna, IdStanza  
BCNF corretta.

Varco (IdPorta, IdStanza)

BCNF corretta.

SmartPlug (Codice, Stato, IdStanza)

Codice → Stato, IdStanza  
BCNF corretta.

Dispositivo (IdDispositivo, Nome, TipoConsumo, Codice)

IdDispositivo → Nome, TipoConsumo, Codice  
BCNF corretta.

Potenza (IdLivelloPotenza, Descrizione, ConsumoPerTempo, IdDispositivo)

IdLivelloPotenza → Descrizione, ConsumoPerTempo, IdDispositivo  
BCNF corretta.

Programma (Codice, Nome, DurataMedia, ConsumoMedio, IdDispositivo)

Codice → Nome, DurataMedia, ConsumoMedio, IdDispositivo  
BCNF corretta.

RegolazioneDispositivo (CodRegolazione, IdDispositivo, Codice, IdLivelloPotenza)

CodRegolazione —> IdDispositivo, Codice, IdLivelloPotenza  
BCNF corretta.

Interazione (IdInterazione, Inizio, Fine, ComandoVocale, EnergiaConsumata, IdFascia, NomeUtente, IdSchedule, CodRegolazioneDispositivo, CodIlluminazione, CodRegolazioneClima)  
IdInterazione —> Inizio, Fine, ComandoVocale, EnergiaConsumata, IdFascia, NomeUtente, IdSchedule, CodRegolazioneDispositivo, CodIlluminazione, CodRegolazioneClima  
BCNF corretta.

FasciaOraria (IdFascia, Nome, Inizio, Fine, PrezzoRin, CostoNonRin, SceltaUtilizzo)  
IdFascia —> Nome, Inizio, Fine, PrezzoRin, CostoNonRin, SceltaUtilizzo  
BCNF corretta.

EnergiaProdotta (IdEnergia, Timestamp, Irraggiamento, Quantita, IdFascia, IdPannello)  
IdEnergia —> Timestamp, Irraggiamento, Quantita, IdFascia, IdPannello  
BCNF corretta.

Pannello (IdPannello, Superficie)  
IdPannello —> Superficie  
BCNF corretta.

Notifica (IdNotifica, Invio, Risposta, Codice, NomeUtente)  
IdNotifica —> Invio, Risposta, Codice, NomeUtente  
BCNF corretta.

RegistroTemperatura (IdRegistroTemperatura, Timestamp, TemperaturaOut, Temperaturaln, Efficienza, IdStanza)  
IdRegistroTemperatura —> Timestamp, TemperaturaOut, Temperaturaln, Efficienza, IdStanza  
BCNF corretta.

Condizionatore (IdCondizionatore, Nome, IdStanza)  
IdCondizionatore —> Nome, IdStanza  
BCNF corretta.

Luce (IdLuce, Nome, IdStanza)  
IdLuce —> Nome, IdStanza  
BCNF corretta.

RegolazioneClima (CodClima, Temperatura, Umidita, Predefinita, Consumo, IdCondizionatore)  
CodClima —> Temperatura, Umidita, Predefinita, Consumo, IdCondizionatore  
BCNF corretta.

RegolazioneIlluminazione (CodIlluminazione, Intensita, TemperaturaColore, Predefinita, Consumo, IdLuce)  
CodIlluminazione —> Intensita, TemperaturaColore, Predefinita, Consumo, IdLuce  
BCNF corretta.

Schedule (IdSchedule, Durata, PeriodoRipetizione, CodClima)  
IdSchedule —> Durata, PeriodoRipetizione, CodClima  
BCNF corretta.

## 7. Implementazione su DBMS Oracle MySQL

### a. Data analytics

- Abitudini degli utenti tramite association rule learning

L'obiettivo è quello di estrarre le abitudini degli utenti racchiuse nei dati, nello specifico di individuare le regole di associazione, cioè delle relazioni di implicazione che sono nascoste nei dati.

Abbiamo scelto di considerare l'insieme  $I = \{i_1, \dots, i_n\}$  degli item/oggetti costituiti dagli  $n$  dispositivi.

Ogni riga dell'insieme delle transazioni (database)  $D = \{t_1, \dots, t_m\}$  rappresenta una transazione che possiede un ID ed è caratterizzata dalla presenza di un sottoinsieme degli item/oggetti contenuti nell'insieme  $I$  dei dispositivi, questo sottoinsieme è detto itemset.

Row 16

Presi tutti gli id dei dispositivi con la concat, creiamo la tabella transazioni in cui ogni riga rappresenta una transazione ed ogni colonna indica se un dispositivo è stato usato (assumendo valore 1) oppure no (assumendo valore 0), sostanzialmente in questa tabella sono state raggruppate le interazioni.

Row 23

Settiamo il timeout (in minuti) dopo cui termina la precedente transazione e ne inizia un'altra.

Settiamo il supporto sopra il quale un itemset viene considerato large.

Settiamo la confidence necessaria perchè una regola sia forte.

Row 36

Attraverso la stored procedure 'FillTransazioni' riempiamo le transazioni:

Con un cursore scorriamo il result set della query che stampa in ordine di inizio interazione l'Id del dispositivo e il relativo inizio di interazione. Se è il caso della prima interazione oppure è passato il timeout allora viene creata una nuova transazione e con l'uso della concat viene settato a 1 il dispositivo della transazione corrente.

Tabella transazioni:

	ID	D4	D5	D11	D10	D6	D12	D15	D17	D19	D1	D3	D7	D14	D13	D2	D18	D9	D16	D8
▶	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	4	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL
Transazioni 19		ItemsSets 20					Regole 21													

Una volta che è stata creata la tabella transazioni su di essa verrà eseguito l'algoritmo Apriori.

Row 104

Viene creata la tabella 'ItemsSets' contenete gli itemset, dove ogni riga è un dispositivo e ogni itemset può contenere  $n$  dispositivi.

Row 114

Successivamente creiamo una stored procedure 'Createltems' che viene chiamata alla prima iterazione (del loop apriori) per riempire la tabella itemset.

Row 138

Setto @count con il conto del numero di volte che un dispositivo viene utilizzato.

Poi metto la condizione che se (all'interno delle transazioni) l'itemset non supera il minimo support (@support\_treshold) il dispositivo non viene inserito nei large itemset.

Poi mi ricavo l'itemset corrente, che sarà l'id dell'ultimo itemset + 1, e questo è possibile perché l'id è stato scelto intero autoincrementante. Nel caso si tratti del primo itemset il currentItemsetId verrà settato a 1.

Poi inserisco il dispositivo nella tabella ItemSets, nell'itemset corrente.

Tabella dei large itemset:

ID	IdItemset	IdDispositivo	SupportCou...	
1	1	4	2	
2	2	5	2	
3	3	1	4	
4	4	3	4	
5	5	2	4	
6	6	2	2	
7	6	4	2	
8	7	3	2	
9	7	4	2	
10	8	3	2	
11	8	1	2	
12	9	2	2	
13	9	3	2	
14	10	1	2	
15	10	3	2	
16	11	4	2	
17	11	3	2	
18	12	3	2	
19	12	2	2	
20	13	4	2	
21	13	2	2	
NULL	NULL	NULL	NULL	
Transazioni 19		ItemsSets 20	Regole 21	

Row 172

Nella procedure 'Updateltems' viene seguito il prodotto cartesiano tra i dispositivi nella tabella itemset, che restituisce tutte le possibili combinazioni di ciascun record della prima tabella con tutti i record della seconda.

Con l'utilizzo di un cursore eseguo uno scan dove:

Conto il numero di volte che i due dispositivi sono apparsi insieme, verificando che la colonna relativa al dispositivo in esame assuma valore 1, e memorizzo il valore in @count.

Se il conto non supera il minimo supporto allora non viene inserito.

Poi mi ricavo l'itemset corrente, sempre prendendo IdItemsets massimo e aggiungendo 1 (dato che la chiave è intera autoincrementante). Se invece l'itemset corrente è il primo settiamo l'id a 1.

Poi inserisco i dispositivi nell'itemset corrente.

Row 238

La procedura 'FillItems' prende in ingresso un intero k.

Nel caso k sia minore o uguale a 2 e quindi si tratta della prima iterazione si effettua la chiamata alla stored procedure 'Createltems' che crea la tabella itemset.

Altrimenti la tabella itemset viene aggiornata chiamando la funzione 'Updateltems' e passando il parametro k.

Row 256

Una volta che sono stati creati i large items vengono ricavate le regole forti attraverso la formula:

$$conf(X \Rightarrow Y) = \frac{supp(X \cup Y)}{supp(X)},$$



Creiamo la tabella 'Regole' che ha Id auto incrementante, e la colonna IdAntecedente e IdConsequente.

Row 263

Con la procedure 'CreateRules':

Fra gli itemsets cerco quelli con più di un dispositivo, perchè non ha senso prendere in considerazione un sottoinsieme degli item con un solo dispositivo (essendo uno solo non ha una relazione di implicazione).

Row 291

Mi ricavo gli Id e il support dell'itemset.

Setto @IdDispositivo1Support con il support del primo dispositivo e @IdDispositivo2Support con il support del secondo dispositivo.

Vengono selezionati tutti gli antecedenti e tutti i conseguenti e per ognuno di essi viene calcolato se la confidenza supera quella prestabilita:

Seguendo la formula calcolo  $X \cup Y / X$  e controllo se supera la @confidence, in caso positivo la regola viene inserita all'interno delle regole forti.

Riseguendo la formula stavolta calcolando  $X \cup Y / Y$  e controllo se supera la @confidence, in caso positivo la regola viene inserita tra le regole forti, ovviamente stavolta invertendo l'ordine di IdAntecedente e IdConsequente.

Tabella delle regole forti:

ID	IdAntecedente	IdConsequente	
1	4	2	
2	4	3	
3	4	3	
4	4	2	
NULL	NULL	NULL	
Transazioni 28		ItemsSets 29	Regole 30

Row 319

Infine viene creata la stored procedure 'Apriori'.

Il loop di apriori viene eseguito tot volte, dove tot corrisponde al numero dei dispositivi.

Quindi nella prima iterazione verranno considerati tutti i dispositivi presenti nel database.

Nelle iterazioni seguenti alla prima vengono creati itemset dai large itemset presenti, per ognuno di essi si calcola il numero di volte in cui appaiono all'interno delle transazioni, se superano il "@support\_treshold" allora vengono inseriti nei large itemset, dentro al loop ci sono i passi:

Con la chiamata a FillItems passando il parametro k, vengono riempiti gli itemset k-esimi.

Poi viene incrementato il valore di k.

E alla fine cerco le regole forti con la chiamata alla procedure 'CreateRules'.

- Ottimizzazione dei consumi energetici

È stato richiesto di eseguire uno studio per l'ottimizzazione dell'impiego dell'energia rinnovabile disponibile.

Per risolvere questo problema è stata implementata una statistica che permette agli utenti di conoscere in quali ore e nello specifico in quale fascia oraria rispetto alle altre c'è più energia rinnovabile disponibile.

È stato eseguito il calcolo di tutta la quantità di energia rinnovabile autoprodotta dai pannelli solari per ogni fascia oraria.

Ed è stato eseguito il calcolo dell'energia consumata dalle interazioni per ogni fascia oraria.

È stata effettuata la congiunzione fra le due tabelle sulla stessa fascia oraria.

Ed infine è stata ricavata l'energia disponibile per ogni fascia oraria dalla differenza fra energia prodotta e energia consumata, calcolate nel from.

La tabella relativa all'energia disponibile per ogni fascia oraria è stata ordinata in modo decrescente. I valori negativi di EnergiaDisponibile indicano che i consumi per il fabbisogno energetico della casa in quella fascia oraria sono superiori alla produzione dei pannelli.

In questo modo è stato possibile ricavare le fasce orarie in cui è preferibile utilizzare i dispositivi.

Tabella relativa all'energia disponibile per ogni fascia oraria:

EnergiaDisponib...		FasciaOraria
▶	2214	Pomeriggio
	826	Mattina
	-424	Notte
Result 2		