



UNIVERSITÀ DI PISA

**DOCUMENTAZIONE PROGETTO
BASI DI DATI**

Fabbri Andrea – Fabiani Martina
Anno accademico 2020-2021

Sommario

1. GLOSSARIO DEI TERMINI	3
2. DESCRIZIONE DIAGRAMMA E-R.....	6
AREA GENERALE	6
AREA DISPOSITIVI	6
TOPOLOGIA DELL'EDIFICIO	7
AREA ENERGIA.....	7
AREA SUGGERIMENTI	8
3. RISTRUTTURAZIONE DEL DIAGRAMMA E-R.....	9
4. TAVOLA DEI VOLUMI	11
Area Generale	11
Area Dispositivi	11
Topologia Dell'Edificio	12
Area Energia	12
Area Suggestimenti	13
5. INDIVIDUAZIONE DELLE OPERAZIONI SUI DATI.....	13
6. PROGETTAZIONE LOGICA	27
- SCHEMA LOGICO E VINCOLI INTEGRITA' REFERENZIALI.....	27
- VINCOLI DI INTEGRITA' GENERICI	29
7. ANALISI DIPENDENZE FUNZIONALI E NORMALIZZAZIONE	30
8. DATA ANALYTICS	33
1- ABITUDINE DEGLI UTENTI TRAMITE ASSOCIATION RULE LEARNING	33
2- ANALISI E OTTIMIZZAZIONE DEI CONSUMI ENERGETICI	37

1. GLOSSARIO DEI TERMINI

La comprensione e la precisazione dei termini usati è definita mediante la tabella seguente, che per ogni termine rilevante contiene una breve descrizione, possibili sinonimi, i relativi attributi e i collegamenti logici che possono esserci.

<i>Termine</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Sinonimi</i>	<i>Attributi</i>	<i>Collegamenti</i>
<u>Utente</u>	Colui che immette i dati nel sistema ma che non ha ancora verificato l'account con un documento	fruitore, cliente, utilizzatore	CodFiscale , Telefono, DataNascita, Cognome, Nome, DataIscrizione	Documento
<u>Documento</u>	Certificato che attesta la validità di un account	Certificato, attestazione	CodiceID , Tipo, Ente, DataScadenza	Account, Utente
<u>Account</u>	Ciò che identifica univocamente una persona nel Database e gli permette l'accesso alle varie funzionalità	identificativo	Username , Password, CodFiscale	Recupero, Operazione, Documento
<u>Recupero</u>	Dove vengono salvate le domande e risposte per il recupero della password		Domanda , Username , Risposta	Account
<u>Operazione</u>	Dove viene tenuto traccia di tutte le azioni sui dispositivi da parte di un account	Azione	Username , Inizio , CodOp , CodDisp , Fine, Differita	Account, Settaggio, Suggerimenti
<u>Settaggio</u>	Registro dei dispositivi associati ad ogni operazione effettuata da un account	Impostazione	CodOp , CodDisp	Operazione, Condizionatore, Luce, Fisso, Programma, Livello, EnergiaConsumata, Dispositivi
<u>Condizionatore</u>	Racchiude tutti i dispositivi di condizionamento	Impianto di condizionamento, climatizzatore, termoconvettori	CodOp , CodDisp , Temperatura, Umidità, ConsCond	Settaggio, Ricorsione
<u>Ricorsione</u>	Registra eventuali ricorrenze dei dispositivi di condizionamento		CodOp , CodDisp , DataI, DataF	Condizionatore
<u>Luce</u>	Racchiude tutti i dispositivi di illuminazione		CodOp , CodDisp , T.Colore, Intensità, ConsLuce	Settaggio

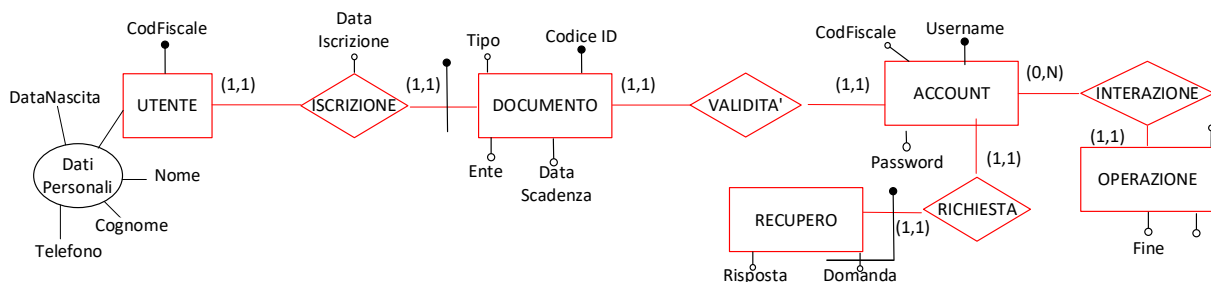
<u>Programma</u>	Racchiude le impostazioni dei dispositivi a ciclo non interrompibile e consumo energetico variabile		CodOp, CodDisp, NomeProg, ConsMedio, Durata	Settaggio
<u>Livello</u>	Racchiude le impostazioni dei dispositivi a consumo variabile	Potenza,grado	CodOp, CodDisp, Consumo	Settaggio
<u>Fisso</u>	Contiene le impostazioni dei dispositivi a consumo fisso		Cons.Unitario	Settaggio
<u>Dispositivi</u>	Dispositivo elettronico intelligente o reso intelligente con Smart-Plug	Congegno, apparecchiatura, impianto,sistema	CodDisp, Tipologia, Stato, Posizione, NomeDisp	Settaggio, Smart-Plug, Stanza,Illuminazione, Condizionamento
<u>Illuminazione</u>	Dispositivi di illuminazione			Dispositivi
<u>Condizionamento</u>	Dispositivi di Condizionamento			Dispositivi
<u>Smart-Plug</u>	Adattatore per il controllo dei dispositivi tramite mySmartHome	Presa o attacco intelligente	CodSP, StatoSP	Dispositivi
<u>Stanza</u>	Raggruppa le stanze che formano l'intera abitazione	Ambiente,locale	CodSt, Nome, Larg, Lung, Altezza, Piano	Dispositivi, Efficienza Energetica, Punti d'Ingresso
<u>Punti d'Ingresso</u>	Punto di accesso ad una stanza (porta, finestra, porta-finestra)	Passaggio,accesso ,entrata,infisso	C.Ingresso, TipoApert, P.Cardinale	Stanza
<u>Suggerimento</u>	Consigli generati dalla Smart-Home per sfruttare al meglio la produzione di energia e ridurre i consumi elettrici	Consiglio	CodDisp, DataOra, Messaggio, Scelta,Inizio	Operazione, Energia Prodotta, Energia Consumata
<u>Efficienza Energetica</u>	Energia necessaria per riscaldare/raffreddare o mantenere la temperatura di una stanza in un dato istante		CodSt, TempoMis, EnergiaNecessaria, Temp.Esterna, Temp.Interna	Stanza
<u>Energia Consumata</u>	Registra l'energia consumata dai dispositivi		Data, FasciaOraria, QuantitàConsumata	Settaggio, Contatore Bidirezionale, Suggerimento

	dell'abitazione in dati periodi della giornata			
<u>Energia Prodotta</u>	Registra l'energia prodotta dai pannelli fotovoltaici		Timestamp, Quantità,Fascia	Suggerimento, Contatore Bidirezionale
<u>Contatore Bidirezionale</u>	Registra tutto il traffico dell'energia elettrica sia consumata che prodotta, sia quella da immettere nella rete pubblica		Data, FasciaOraria, ConteggioEnergia, En.Rete	Energia Prodotta, Energia Consumata, Spesa, Utilizzo
<u>Spesa</u>	Indica il costo dell'energia elettrica presente nel contratto in ogni fascia della giornata	Costo	Data, FasciaOraria, CostoUnitarioPerFascia	Contatore Bidirezionale
<u>Utilizzo</u>	Indica la scelta dell'utente sull'utilizzo dell'energia prodotta (auto-consumare o immettere in rete)		Data, FasciaOraria, Preferenza	Contatore Bidirezionale

2. DESCRIZIONE DIAGRAMMA E-R

Nella seguente sezione illustreremo come il diagramma E-R è stato realizzato e in base a quali scelte. Sarà analizzata ogni parte singolarmente in modo da descriverne il fondamento.

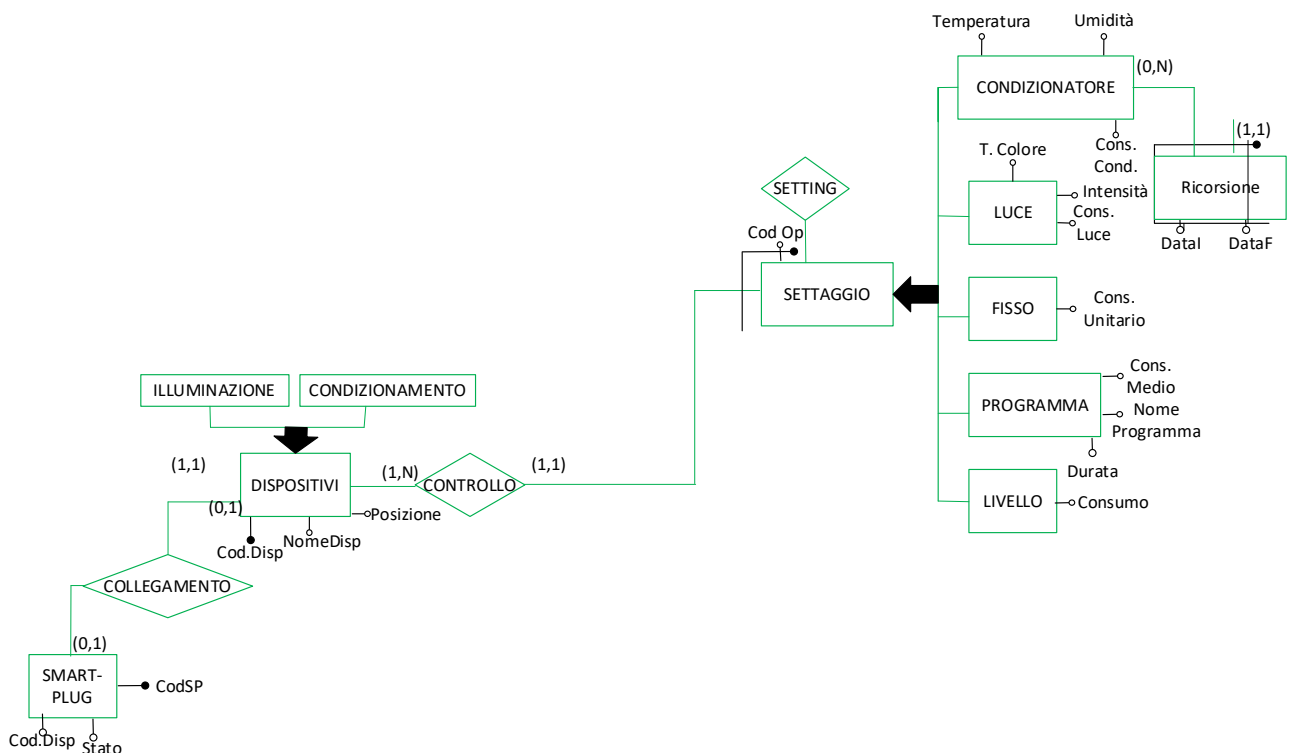
AREA GENERALE



In quest'area avviene la registrazione di un nuovo utente. Per potersi registrare dovranno essere inseriti, oltre ai dati personali dell'utente, un username univoco, una password e un documento in corso di validità. Nel caso in cui venga inserito un documento scaduto, la registrazione non andrà a buon fine. Oltre a ciò verrà richiesto di inserire una domanda di sicurezza con la relativa risposta, con cui sarà possibile recuperare la password in caso di smarrimento.

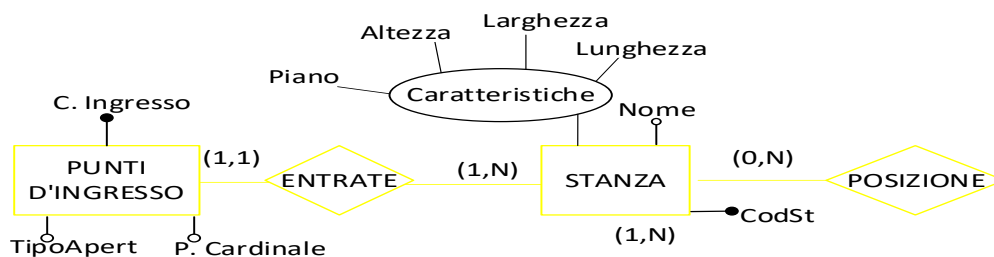
La creazione dell'account è necessaria per interagire con i dispositivi all'interno della Smart-Home.

AREA DISPOSITIVI



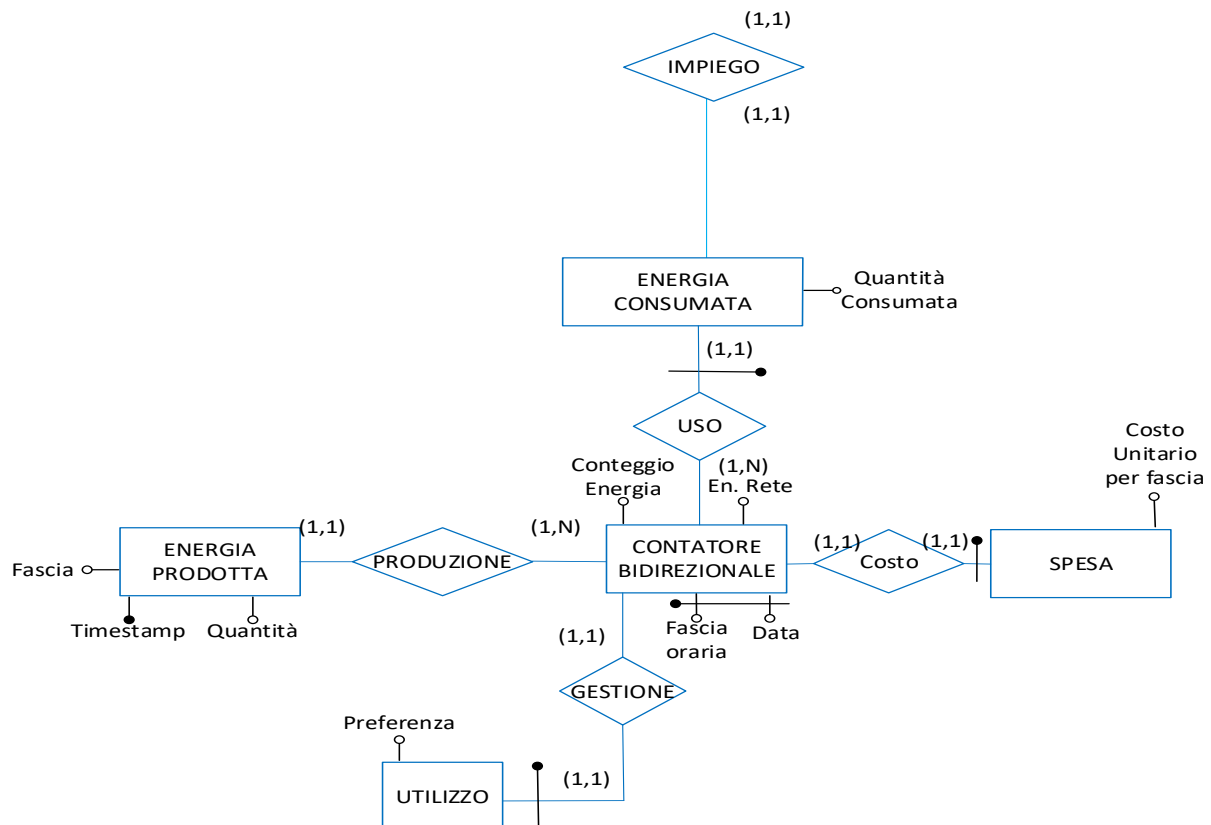
In questa porzione di diagramma viene mostrato come un account possa gestire i dispositivi all'interno della Smart-Home tramite varie opzioni di settaggio, identificate da un codice univoco per operazione. Un tipo di Settaggio corrisponde ad un'impostazione di un dispositivo. In base a diverse impostazioni, la generalizzazione su settaggio consente di dividere i dispositivi a seconda del tipo di consumo energetico. Ogni dispositivo è collegato a una Smart Plug che ne consente l'interazione tramite una connessione wireless. La generalizzazione su dispositivo permette di distinguere tra dispositivi di illuminazione e dispositivi di condizionamento.

TOPOLOGIA DELL'EDIFICIO



In questa sezione viene descritta la topologia dell'edificio. Ogni stanza è identificata da un codice univoco ed è caratterizzata da un nome, una larghezza, un'altezza, una lunghezza e dal piano su cui è situata. Inoltre, in ogni stanza sono presenti diversi punti di accesso, come porte, finestre e portefinestre. I vari punti di accesso sono contraddistinti da un codice e, se comunicanti con l'esterno, anche dal punto cardinale verso il quale sono rivolti.

AREA ENERGIA

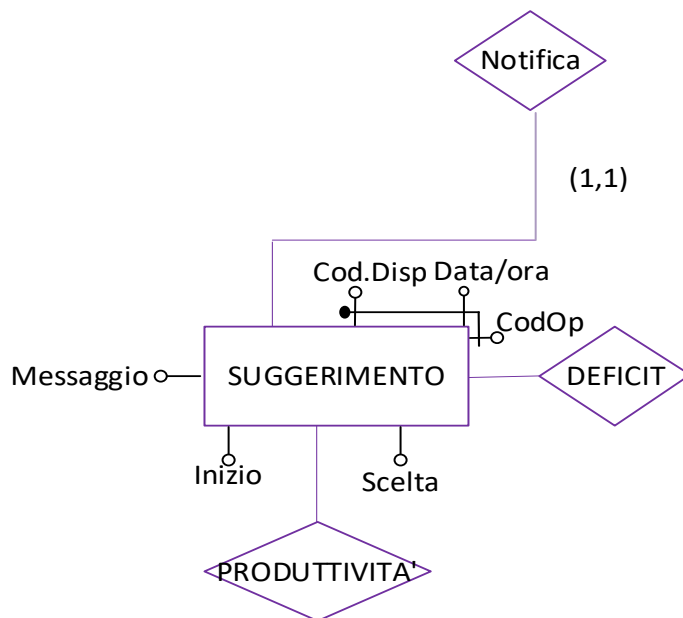


In quest'area viene rappresentata la contabilizzazione e l'utilizzo dell'energia.

Si suppone che l'energia prodotta autonomamente dalla casa, provenga soltanto dai pannelli fotovoltaici.

La quantità di energia consumata viene calcolata tenendo conto del diverso consumo energetico di ogni settaggio. I valori vengono aggiornati in maniera sincrona, tenendo conto della suddivisione in fasce orarie presente nel contratto sottoscritto dall'utente. Il contatore bidirezionale mantiene il conteggio dell'energia da immettere o prelevare dalla rete, a seconda dell'energia consumata, dell'energia disponibile e della preferenza scelta dall'utente. In base a ciò e al costo unitario per fascia stabilito dal contratto, sarà possibile calcolare la spesa totale.

AREA SUGGERIMENTI

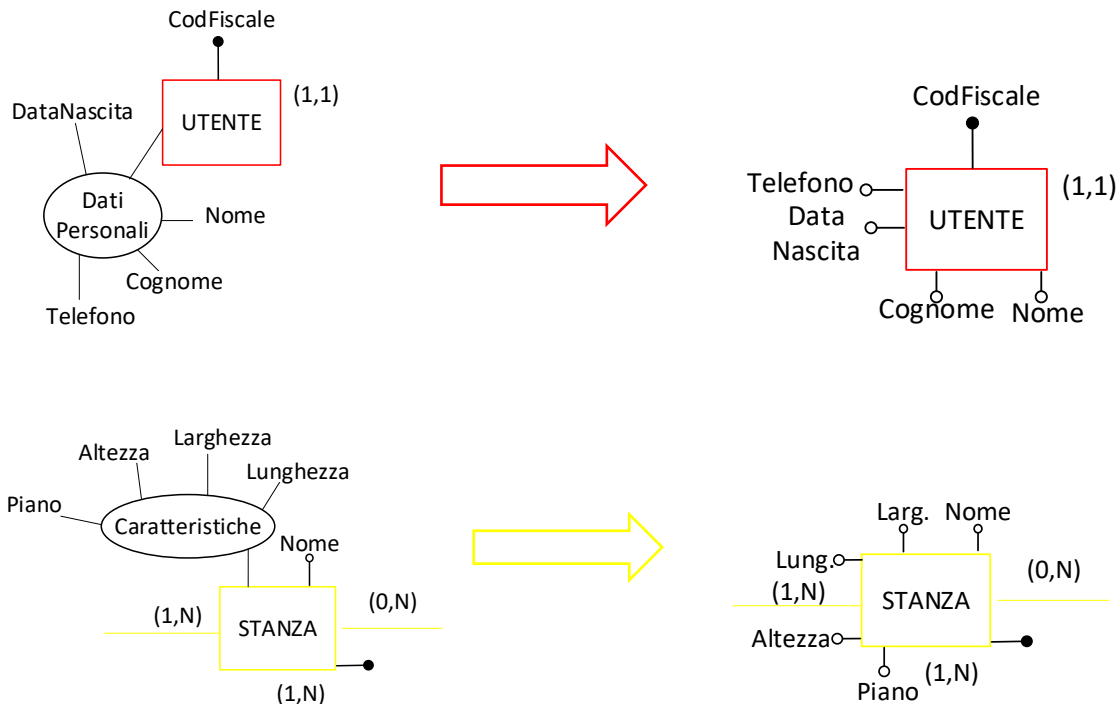


La corrente sezione memorizza i suggerimenti inviati dal database all'utente. I vari suggerimenti verranno generati tenendo conto dell'energia prodotta dai pannelli, dell'energia consumata dalla casa e dal costo dell'energia.

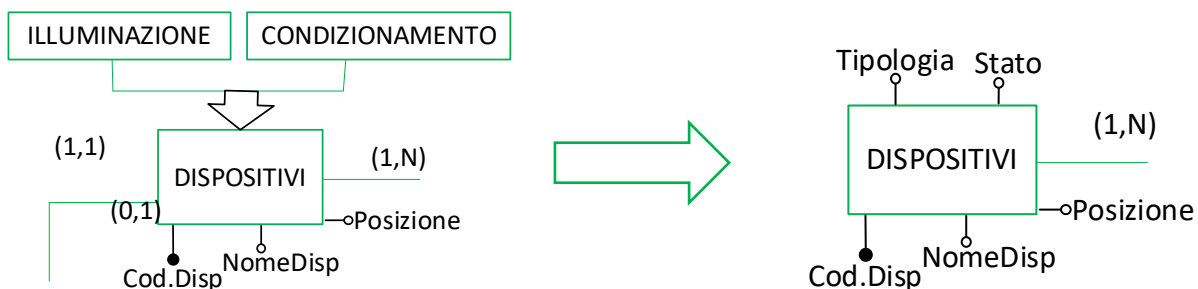
3. RISTRUTTURAZIONE DEL DIAGRAMMA E-R

In questa sezione sono descritte le fasi della ristrutturazione del diagramma ER, tramite cui vengono eliminati e sostituiti tutti quegli elementi dello schema che, seppur utili alla progettazione concettuale, non sono direttamente traducibili nello schema logico.

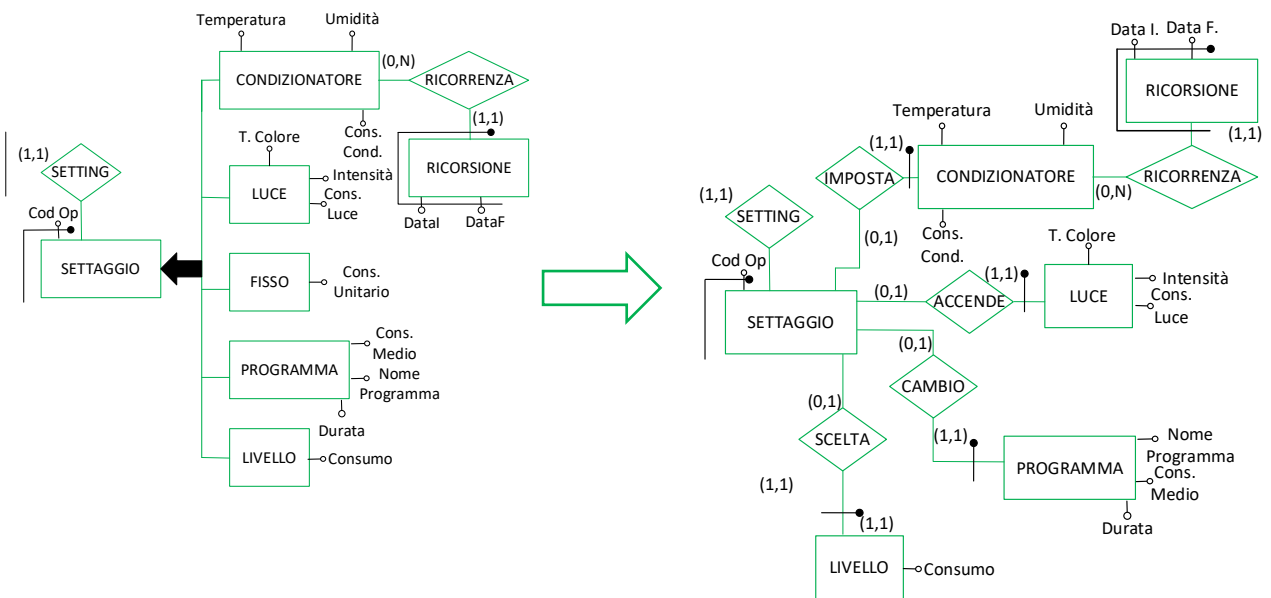
- Gli attributi multi-valore sulle entità *Utente* e *Stanza*, chiamati rispettivamente 'Dati Personali' e 'Caratteristiche', vengono trasformati in attributi singoli.



- Generalizzazione sull'entità Dispositivi (PARZIALE ED ESCLUSIVA): gli accessi alle entità figlie sono di solito contestuali all'entità padre; perciò le entità *Condizionamento* e *Illuminazione* vengono accorpate sull'entità padre, venendosi a creare, così, l'attributo **Tipologia** sull'entità Dispositivi, il quale comprende le 4 tipologie possibili di settaggio di un dispositivo della SmartHome (Luce, Condizionamento, Programma e Livello).



- Generalizzazione sull'entità **Settaggio** (*TOTALE ED ESCLUSIVA*):
la seguente generalizzazione è stata tradotta mantenendo l'entità Padre e Figlie tutte distinte tra loro, *eccetto* l'entità figlia *Consumo Fisso* che è stata accorpata all'entità *Livello*, poiché per facilitare la traduzione è stato scelto di associare a ciascun Disp. a Consumo Fisso un singolo Livello di Potenza così che potessero condividere lo stesso attributo dei Disp. a Consumo Variabile.



4. TAVOLA DEI VOLUMI

La *Tavola dei Volumi* mostra una stima sul carico di ciascuna entità, la quale è stata fatta sulla base di **un anno** dal momento dell'installazione e utilizzo.

Area Generale

Concetto	Tipo	Calcolo	Volume	Note
Utente	E		4	Ipotesi: 4 componenti di un'abitazione
Documento	E		4	Ogni utente ha un solo documento
Account	E		4	Ogni utente ha un account
Recupero	E		4	Relazione 1:1 con account
Operazione	E	$4 \cdot 15 \cdot 365$	21900	Ogni utente fa 15 operazioni al giorno
Iscrizione	R		4	Ogni utente deve effettuare l'iscrizione
Validità	R		4	Ogni iscrizione deve avere il documento in corso di validità
Richiesta	R		4	
Interazione	R		21900	Ogni account può effettuare 15 operazioni al giorno

Area Dispositivi

Concetto	Tipo	Calcolo	Volume	Note
Settaggio	E	$42+125+15+85$	267	Contiene tutti i possibili settaggi
Condizionatore	E	$6 \cdot 7$	42	N° di impostazioni diverse di ogni condizionatore*numero massimo di condizionatori
Ricorsione	E		42	Ogni Condizionatore ed ogni sua impostazione possono essere ricorrenti
Luce	E	$5 \cdot 25$	125	N° di impostazioni diverse per ogni luce*numero totale di luci
Programma	E	$3 \cdot 5$	15	5 programmi diversi per ognuno dei 3 dispositivi principali a ciclo non interrompibile (Lavatrice, Lavastoviglie, Asciugatrice).
Livello	E	$15 \cdot 5 + 10$	85	15 Dispositivi a Consumo Variabile (ognuno ha 5 livelli di potenza) +10 dispositivi a consumo fisso(ognuno ha 1 solo livello di potenza)
Dispositivi	E	$7+25+3+25$	60	Somma di tutti i diversi dispositivi
Smart Plug	E		40	Ipotesi
Setting	R		21900	Ogni Interazione corrisponde ad un diverso tipo di Setting
Imposta	R		42	Numero di diversi tipi di impostazioni in Condizionatore
Ricorrenza	R		42	Ogni Condizionatore ed ogni sua impostazione possono essere ricorrenti

Accende	R		125	Fare il Settaggio di una luce corrisponde a scegliere una delle diverse impostazioni su Luce
Cambio	R		15	Cambiare un programma equivale a scegliere una tra le 15 impostazioni in Programma
Scelta	R		85	Scegliere un livello corrisponde a selezionare una tra le 125 impostazioni in Livello
Controllo	R		267	Controllare un dispositivo significa scegliere una impostazione nell'entità Settaggio
Collegamento	R		60	Tanti record quanti sono i diversi dispositivi

Topologia Dell'Edificio

Concetto	Tipo	Calcolo	Volume	Note
Stanza	E		7	Numero di stanze diverse in una casa abitata da 4 persone (3 camere da letto, 2 bagni, cucina e salotto)
Punti d'ingresso	E	2*7	14	Punti di ingresso medi in una stanza (1 porta e 1 finestra ,oppure 2 porte) *numero delle stanze
Posizione	R		60	Ogni dispositivo ha una posizione all'interno della casa
Entrate	R		14	Ogni entrata corrisponde a un punto di ingresso

Area Energia

Concetto	Tipo	Calcolo	Volume	Note
Efficienza Energetica	E	4*4*7	112	Dati aggiornati 4 volte ogni fascia oraria (4 per tutta la giornata) per ogni stanza dell'edificio
Energia Consumata	E		21900	Ad ogni operazione viene salvata la relativa energia consumata
Contatore Bidirezionale	E	4*365	1460	Ogni giornata può essere suddivisa in diverse fasce orarie, noi supponiamo siano 4
Energia Prodotta	E	4*24*365	35040	La quantità di energia prodotta dai pannelli fotovoltaici viene aggiornata ogni 15', dunque 4 volte ogni ora, ogni giorno dell'anno
Spesa	E	4*365	1460	4 fasce per ogni giorno di utilizzo.

Utilizzo	E	4*365	1460	Supponendo di avere 4 fasce orarie che dipendono dal contratto, ogni giorno l'utente può impostare 4 preferenze.
Mantenimento	R		112	Relazione 1:1 con Efficienza Energetica
Impiego	R		21900	Ad ogni settaggio corrisponde la relativa quantità di energia consumata
Uso	R		21900	Ogni record di Energia Consumata è inviato al Contatore Bidirezionale
Gestione	R		1460	Relazione 1:1 con Contatore Bidirezionale
Produzione	R		35040	Ogni record di produzione all'interno di Energia Prodotta viene inviato al Contatore Bidirezionale
Costo	R		1460	Associa ad ogni fascia oraria di ogni giorno dell'anno il relativo costo dell'energia

Area Suggestimenti

Concetto	Tipo	Calcolo	Volume	Note
Suggestimenti	E	2*365	730	Ipotesi: 2 suggestimenti al giorno
Notifica	R		730	Ogni suggestimento genera una notifica
Produttività	R		35040	
Deficit	R		21900	

5. INDIVIDUAZIONE DELLE OPERAZIONI SUI DATI

1. Creazione Account
2. Calcolo Energia Consumata da un'Operazione
3. Calcolo Energia Consumata dalla casa nell'ultima settimana
4. Vedere l'impostazione più frequente di un dispositivo
5. Vedere Dispositivi accesi
6. Classifica su chi consuma di più nell'ultimo mese
7. Inserimento in Contatore Bidirezionale
8. Calcolo spesa mensile

1- Creazione Account

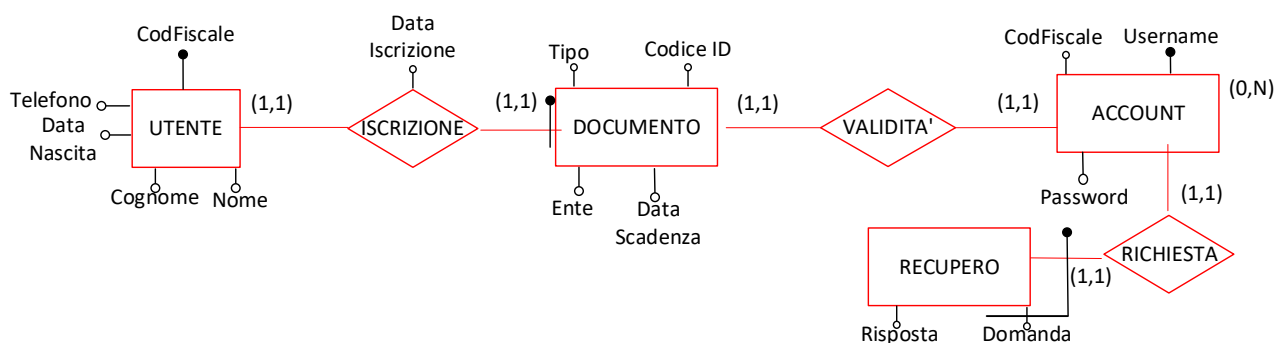
Descrizione: ogni abitante della casa che desidera interagire con la Smart Home deve registrarsi al servizio accedendo all' app dedicata e creare un proprio Account, inserendo i necessari dati di input.

Input: Codice fiscale, Nome, Cognome, Data di nascita, Numero di telefono, N° documento, Tipo documento, Scadenza doc, Ente rilascio, Username, Password, Domanda, Risposta

Output: Account

Frequenza giornaliera: 1 volta per sempre per ogni abitante della casa ($1 \cdot 4 = 4$)

Porzione di Diagramma interessato:



Porzione Tavola dei Volumi interessata:

Concetto	Tipo	Calcolo	Volume	Note
Utente	E		4	Ipotesi: 4 componenti di un'abitazione
Documento	E		4	Ogni utente ha un solo documento
Account	E		4	Ogni utente ha un account
Iscrizione	R		4	Ogni utente deve effettuare l'iscrizione
Validità	R		4	Ogni iscrizione deve avere il documento in corso di validità

Tavola degli Accessi:

Concetto	Costrutto	Accessi	Tipo op.	Descrizione
Utente	E	1	S	Registra i dati di Input dell'Utente
Documento	E	1	S	Registra i dati relativi al Documento d'Identità
Account	E	1	S	Creazione di un nuovo Account con un proprio Username, Pswrd, Domanda e Risposta di recupero
Iscrizione	R	1	S	Si crea la relazione tra Utente e Documento
Validità	R	1	S	Si crea la relazione tra Documento e Account

Note e Calcoli finali:

Costo: $2+2+2+2+2=10$ per ogni nuovo Utente

Costo Totale: $10*4*1=40$ (costo tra tutti i Nuovi Utenti della casa moltiplicata per 1 che sarebbe la frequenza giornaliera, vale per una sola volta questo costo)

2- Calcolo Energia Consumata da un'operazione

Descrizione: Ogni utente della smart home può effettuare operazioni con i dispositivi. Questo servizio fornisce il consumo di una particolare operazione. Tipi diversi di dispositivi richiedono un diverso tipo di settaggio, quindi un calcolo del consumo diverso. In particolare:

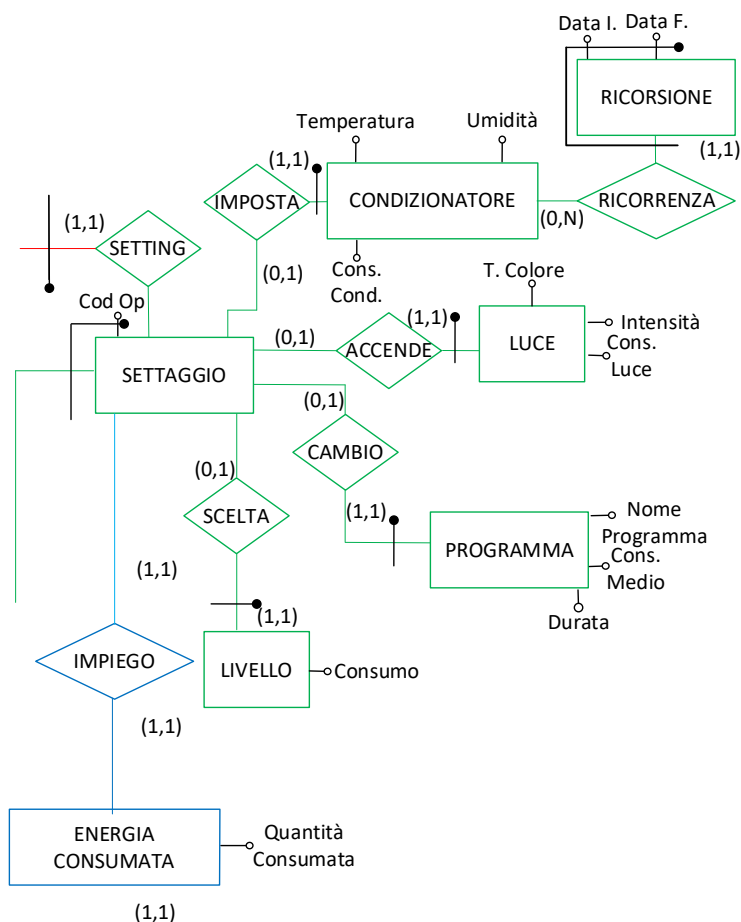
- A Consumo fisso/ a Consumo variabile : Dopo l'accensione del dispositivo ,viene registrato il Consumo a seconda del livello di potenza inserito. (Dispositivi a Consumo Fisso hanno un solo livello di potenza)
- A Ciclo non interrompibile: Il consumo viene calcolato in base al tipo di programma in quanto ogni Programma selezionato contiene una propria durata e un proprio Consumo Medio
- Illuminazione: Ogni dispositivo acceso può essere regolato in base alla Temperatura Colore e all'intensità della luce. Il consumo cambia a seconda di queste impostazioni
- Condizionamento: Ogni condizionatore acceso può essere regolato dall'utente, a seconda della regolazione cambia il consumo.

Input: NomeUtente, CodiceDispositivo, CodiceOperazione, Inizio, Fine(Opzionale)

Output: Energia Consumata

Frequenza Giornaliera: 15 volte al giorno da Ogni utente= $15*4=60$ Volte al Giorno

Porzione di Diagramma Interessato:



Porzione Tavola dei Volumi Interessata:

Concetto	Tipo	Calcolo	Volume	Note
Settaggio	E	$42+125+15+85$	267	Contiene tutti i possibili settaggi
Condizionatore	E	$6*7$	42	N° di impostazioni diverse di ogni condizionatore*numero massimo di condizionatori
Luce	E	$5*25$	125	N° di impostazioni diverse per ogni luce*numero totale di luci
Programma	E	$3*5$	15	5 programmi diversi per ognuno dei 3 dispositivi principali a ciclo non interrompibile (Lavatrice,Lavastoviglie,Asciugatrice).
Livello	E	$15*5+10$	85	15 Dispositivi a Consumo Variabile (ognuno ha 5 livelli di potenza) +10 dispositivi a consumo fisso(ognuno ha 1 solo livello di potenza)
Energia Consumata	E		21900	Ad ogni operazione viene salvata la relativa energia consumata

Uso	R		21900	Ogni record di Energia Consumata è inviato al Contatore Bidirezionale
Setting	R		21900	Ogni Interazione corrisponde ad un diverso tipo di Setting
Interazione	R		21900	Ogni account può effettuare 15 operazioni al giorno

Tavola degli Accessi (Inizio Operazione)

<u>Concetto</u>	<u>Costrutto</u>	<u>Accessi</u>	<u>Tipo op.</u>	<u>Descrizione</u>
Interazione	R	2	S	Creazione dell'occorrenza in Interazione
Setting	R	2	S	Creazione dell'occorrenza in Setting

Tavola Accessi(Consumo Fisso e Consumo Variabile)

<u>Concetto</u>	<u>Costrutto</u>	<u>Accessi</u>	<u>Tipo op.</u>	<u>Descrizione</u>
Livello	E	1	L	Lettura del Consumo di un dato livello di potenza
Energia Consumata	E	1	S	Aggiornamento dell'Energia Consumata inserendo, nel peggiore dei casi una nuova occorrenza.
Uso	R	1	S	Aggiornamento dell'occorrenza di Energia su Uso

Note e Calcoli finali:

Costo: $4+3=7$ per ogni Operazione

Costo Totale: $7*60=420$ al giorno

Tavola degli Accessi (a Ciclo non Interrompibile)

<u>Concetto</u>	<u>Costrutto</u>	<u>Accessi</u>	<u>Tipo op.</u>	<u>Descrizione</u>
Programma	E	2	L	Lettura del consumo medio e della durata del Programma
Energia Consumata	E	1	S	Aggiornamento dell'Energia Consumata inserendo, nel peggiore dei casi una nuova occorrenza.
Uso	R	1	S	Aggiornamento dell'occorrenza di Energia su Uso

Note e Calcoli finali:

Costo: $4+4=8$ per ogni Operazione

Costo Totale: $8*60=480$ al giorno

Tavola degli accessi (Dispositivi di Illuminazione)

<u>Concetto</u>	<u>Costrutto</u>	<u>Accessi</u>	<u>Tipo op.</u>	<u>Descrizione</u>
Luce	E	1	L	Lettura del Consumo della Luce selezionata dall'utente
Energia Consumata	E	1	S	Aggiornamento dell' Energia Consumata inserendo, nel peggiore dei casi una nuova occorrenza.
Uso	R	1	S	Aggiornamento dell'occorrenza di Energia su Uso

Note e Calcoli finali:

Costo: $4+3=7$ per ogni Operazione

Costo Totale: $7*60=420$ al giorno

Tavola degli Accessi (Dispositivi di Condizionamento)

<u>Concetto</u>	<u>Costrutto</u>	<u>Accessi</u>	<u>Tipo op.</u>	<u>Descrizione</u>
Condizionatore	E	1	L	Lettura Consumo del condizionatore selezionato dall'utente.
Energia Consumata	E	1	S	Aggiornamento dell' Energia Consumata inserendo, nel peggiore dei casi una nuova occorrenza.
Uso	R	1	S	Aggiornamento dell'occorrenza di Energia su Uso

Note e Calcoli finali:

Costo: $4+3=7$ per ogni Operazione

Costo Totale: $7*60=420$ al giorno

3- Calcolo Energia Consumata in una settimana

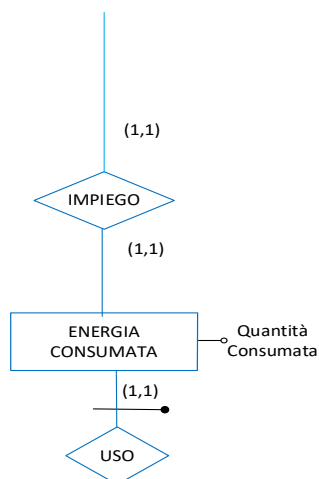
Descrizione: questa funzionalità fornisce il consumo totale registrato dal DataBase, relativo a tutte le interazioni di tutti i dispositivi presenti nella casa nell'ultima settimana.

Input: N/A

Output: consumo energetico totale della casa nell'ultima settimana

Frequenza: 1 volta a settimana

Porzione di Diagramma interessato:



Porzione Tavola dei Volumi interessata:

Concetto	Tipo	Calcolo	Volume	Note
Energia Consumata	E		21900	Ad ogni operazione viene salvata la relativa energia consumata

Tavola degli Accessi:

<u>Concetto</u>	<u>Costrutto</u>	<u>Accessi</u>	<u>Tipo op.</u>	<u>Descrizione</u>
Energia consumata	E	4	L	Lettura quantità consumata per ogni fascia oraria

Costo Totale: $4 \cdot 7 = 28$ a settimana

4- Settaggio più frequente

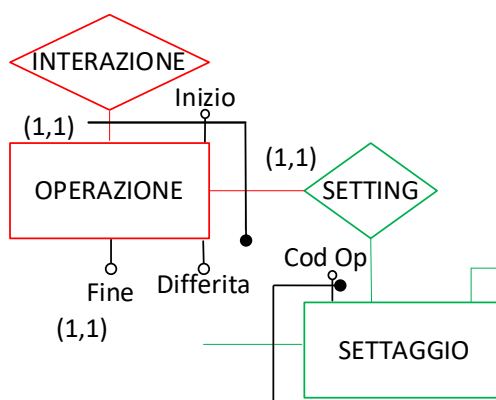
Descrizione: Dato un dispositivo, l'operazione restituisce il settaggio più frequente.

Frequenza: 5 Volte al mese

Input: CodiceDispositivo.

Output: Settaggio più ricorrente

Porzione del diagramma interessata:



Porzione della Tavola dei Volumi interessata:

Concetto	Tipo	Calcolo	Volume	Note
Operazione	E	$4 \cdot 15 \cdot 365$	21900	Ogni utente fa 15 operazioni al giorno

Tavola degli accessi:

<u>Concetto</u>	<u>Costrutto</u>	<u>Accessi</u>	<u>Tipo op.</u>	<u>Descrizione</u>
Operazione	E	$(60 \cdot 30) / 60 = 30$	L	Supponendo una distribuzione equa degli utilizzi dei dispositivi, in 1 mese un dispositivo ha 30 interazioni.

Note e Calcoli finali:

Costo: 30 per ogni Dispositivo

Costo Totale: $30 \cdot 5 = 150$ al Mese

5- Individuare Dispositivi Accesi

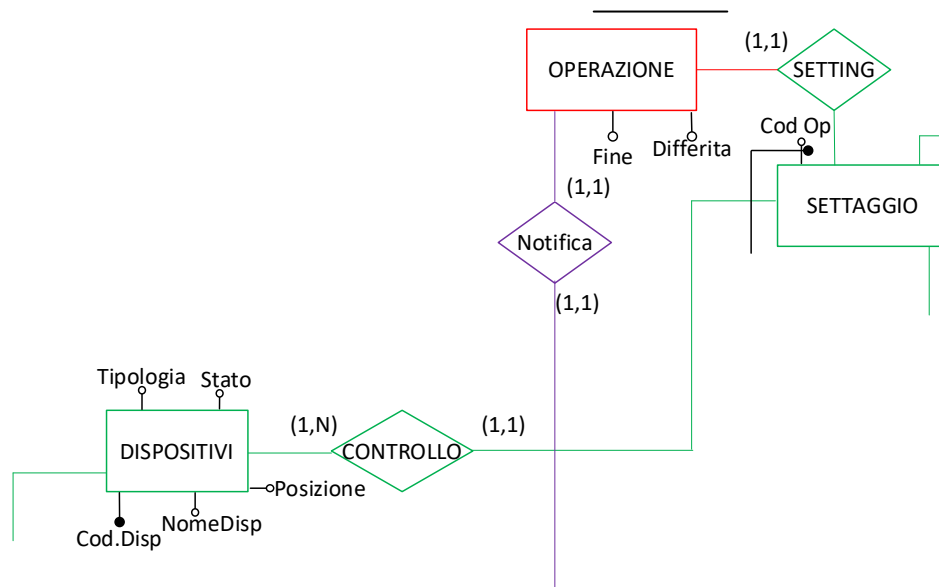
Descrizione: la seguente operazione ci permette di individuare i dispositivi accesi in quel momento

Frequenza: 15 al giorno

Input: N/A

Output: dispositivi accesi

Porzione di Diagramma interessato:



Porzione Tavola dei Volumi interessata:

Concetto	Tipo	Calcolo	Volume	Note
Operazione	E	$4 \cdot 15 \cdot 365$	21900	Ogni utente fa 15 operazioni al giorno
Settaggio	E	$42 + 125 + 15 + 85$	267	Contiene tutti i possibili settaggi
Dispositivo	E	$7 + 25 + 3 + 25$	60	Somma di tutti i diversi dispositivi

Tavola degli Accessi:

<u>Concetto</u>	<u>Costrutto</u>	<u>Accessi</u>	<u>Tipo op.</u>	<u>Descrizione</u>
Operazione	E	$15 \cdot 4 = 60$	L	Lettura ultime operazioni iniziate e non ancora terminate (15 operazioni per ogni abitante)
Settaggio	E	60	L	Per ogni operazione leggo il relativo dispositivo
Dispositivo	E	60	L	Lettura dispositivi con un'operazione in corso

Note e Calcoli finali:

Costo totale operazione: $60 + 60 + 60 = 180$

Costo giornaliero dell'operazione: $180 \cdot 15 = 2700$

Vediamo il caso in cui è presente l'attributo 'stato' in Dispositivi

Tavola degli Accessi:

<u>Concetto</u>	<u>Costrutto</u>	<u>Accessi</u>	<u>Tipo op.</u>	<u>Descrizione</u>
Dispositivi	E	60	L	Lettura di tutti i dispositivi

Il costo giornaliero dell'operazione è $60 \cdot 15 = 900$

Vediamo il costo per mantenere il dato aggiornato:

<u>Concetto</u>	<u>Costrutto</u>	<u>Accessi</u>	<u>Tipo op.</u>	<u>Descrizione</u>
Operazione	E	1	L	Si accede all'operazione interessata
Settaggio	E	1	L	Si accede al relativo dispositivo
Dispositivo	E	1	S	Si aggiorna l'attributo 'stato'

Numero operazioni elementari: 4

Il costo per mantenere il dato consistente è $(15 \cdot 4) \cdot 4 = 240$ (15 operazioni al giorno per ogni abitante)

Costo totale: $900 + 240 = 1140 < 2700$

Dall'analisi dei costi con e senza ridondanza si decide di inserire l'attributo ridondante **"stato"** in Dispositivi.

6- Classifica del Consumo degli Utenti

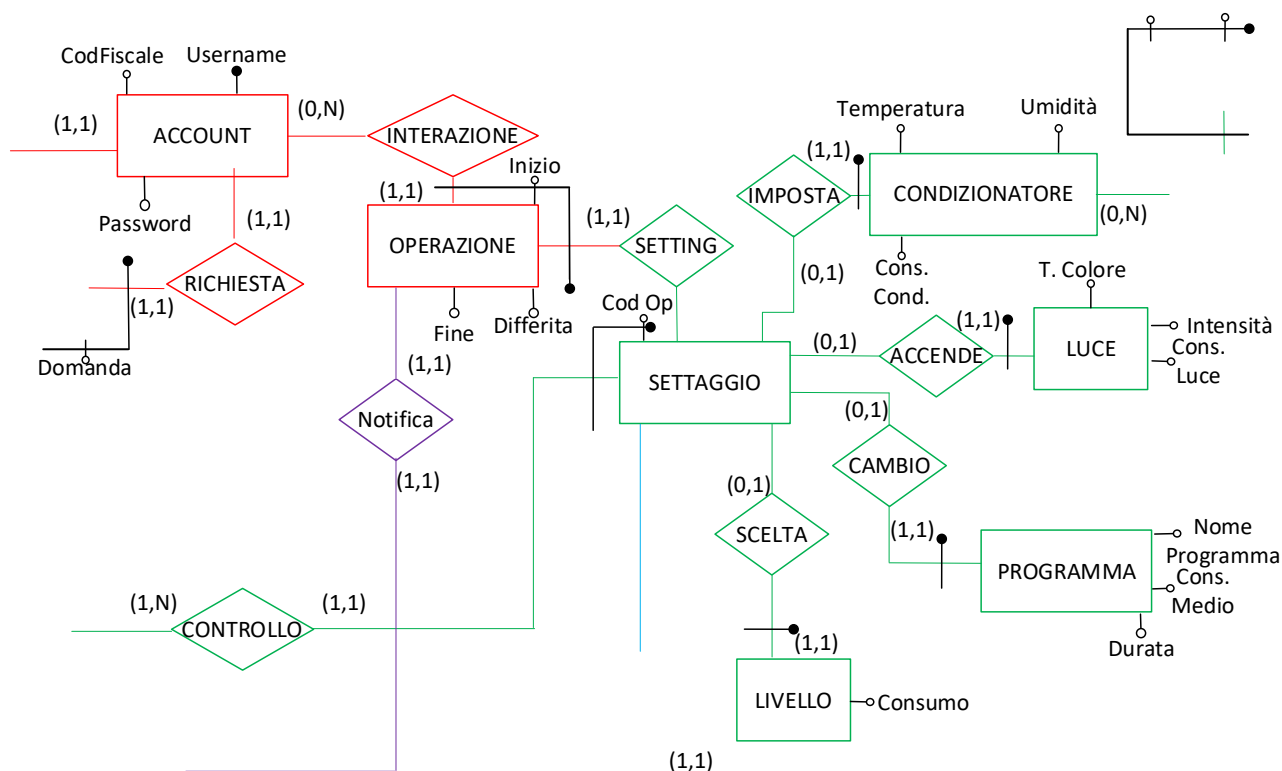
Descrizione: L'operazione stipula una classifica degli utenti in base a chi ha consumato di più nel mese passato, considerando dispositivi, luci e condizionamento.

Frequenza: 1 al mese

Input: N/A

Output: Classifica degli utenti

Porzione di Diagramma interessato:



Porzione Tavola dei Volumi interessata:

Concetto	Tipo	Calcolo	Volume	Note
Operazione	E	$4 \cdot 15 \cdot 365$	21900	Ogni utente fa 15 operazioni al giorno
Account	E		4	Ogni utente ha un account
Condizionatore	E	$6 \cdot 7$	42	N° di impostazioni diverse di ogni condizionatore*numero massimo di condizionatori
Luce	E	$5 \cdot 25$	125	N° di impostazioni diverse per ogni luce*numero totale di luci
Programma	E	$3 \cdot 5$	15	5 programmi diversi per ognuno dei 3 dispositivi principali a ciclo non interrompibile (Lavatrice,Lavastoviglie,Asciugatrice).
Livello	E	$15 \cdot 5 + 10$	85	15 Dispositivi a Consumo Variabile (ognuno ha 5 livelli di potenza) +10 dispositivi a consumo fisso(ognuno ha 1 solo livello di potenza)

Tavola degli accessi:

<u>Concetto</u>	<u>Costrutto</u>	<u>Accessi</u>	<u>Tipo op.</u>	<u>Descrizione</u>
Account	E	4	L	Lettura dei 4 Account
Operazione	E	$60 \cdot 30 = 1800$	L	Lettura di ogni operazione effettuata da ogni Account in un mese

Condizionatore	E	450	L	Letture dei Consumi dei Condizionatori
Luce	E	450	L	Letture dei Consumi delle luci
Programma	E	450	L	Letture dei Consumi dei dispositivi a Ciclo non Interrompibile
Livello	E	450	L	Letture dei Consumi dei Dispositivi a Consumo Fisso o Variabile

Note e Calcoli finali:

Costo totale operazione: $1800+1800+4=3604$

Costo annuale: $3604*12=43248$

7- Inserimento in Contatore Bidirezionale

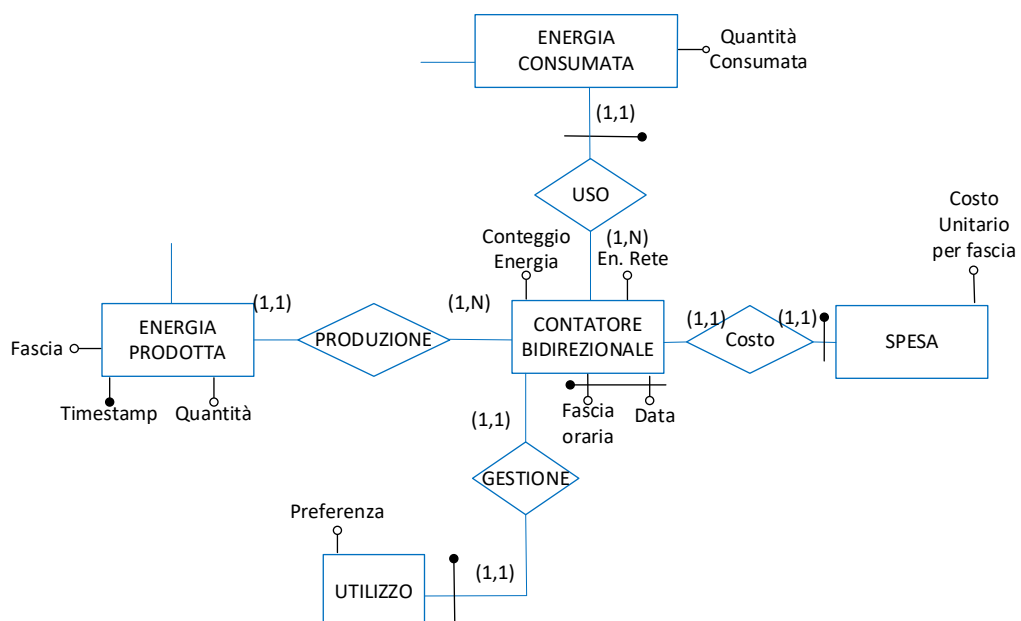
Descrizione: inserimento nell'entità Contatore Bidirezionale di un nuovo record in base ai dati ricevuti

Frequenza giornaliera: 4 (una volta ogni fascia oraria)

Input: energia prodotta, energia consumata, preferenza utente

Output:

Porzione di Diagramma interessato:



Porzione Tavola dei Volumi interessata:

Concetto	Tipo	Calcolo	Volume	Note
Energia Consumata	E		21900	Ad ogni operazione viene salvata la relativa energia consumata
Contatore Bidirezionale	E	4*365	1460	Ogni giornata può essere suddivisa in diverse fasce orarie, noi supponiamo siano 4
Energia Prodotta	E	4*24*365	35040	La quantità di energia prodotta dai pannelli fotovoltaici viene aggiornata ogni 15', dunque 4 volte ogni ora, ogni giorno dell'anno
Utilizzo	E	4*365	1460	Supponendo di avere 4 fasce orarie che dipendono dal contratto, ogni giorno l'utente può impostare 4 preferenze.
Costo	R		1460	Associa ad ogni fascia oraria di ogni giorno dell'anno il relativo costo dell'energia

Tavola degli Accessi:

<u>Concetto</u>	<u>Costrutto</u>	<u>Accessi</u>	<u>Tipo op.</u>	<u>Descrizione</u>
Energia Prodotta	E	(4*24)/4=24	L	Lettura energia prodotta di ogni fascia oraria (ogni 15' viene aggiornata, quindi 4 volte all'ora, diviso il numero di fasce)
Energia Consumata	E	1	L	Lettura energia consumata nella relativa fascia oraria
Utilizzo	E	1	L	Lettura preferenza utente
Contatore Bidirezionale	E	1	S	Calcolo la differenza tra l'energia prodotta e quella consumata e scrivo il risultato in un nuovo record. In base alla preferenza dell'utente calcolo anche l'energia da immettere in rete
Costo	R	1	S	Si crea la relazione con Spesa

Note e Calcoli finali:

Costo operazione: $24+1+1+2+2= 30$

Costo totale giornaliero: $30*4= 120$

(Su Contatore Bidirezionale scrivo un record ogni fascia oraria di ogni giorno, quindi 4 record al giorno (supposte 4 fasce)).

8- Spesa Mensile

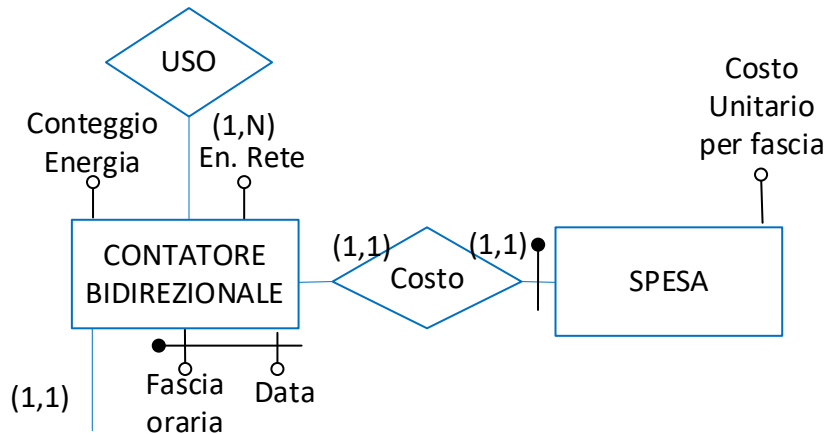
Descrizione: L'operazione restituisce la spesa complessiva in un mese, tenendo conto dell'energia che viene immessa nella rete.

Frequenza: 1 al mese

Input: Valore di Timestamp

Output: Spesa Mensile

Porzione di Diagramma interessato:



Porzione Tavola dei Volumi interessata:

Concetto	Tipo	Calcolo	Volume	Note
Contatore Bidirezionale	E	4*365	1460	Ogni giornata può essere suddivisa in diverse fasce orarie, noi supponiamo siano 4
Spesa	E	4*365	1460	4 fasce per ogni giorno di utilizzo.

Tavola degli accessi:

<u>Concetto</u>	<u>Costrutto</u>	<u>Accessi</u>	<u>Tipo op.</u>	<u>Descrizione</u>
Spesa	E	(4*30)=120	L	Lettura di 4 fasce al giorno per un mese
Contatore Bidirezionale	E	(4*30)=120	L	

Note e Calcoli finali:

Costo=(120+120)*1=240 al mese. (1=frequenza mensile)

Vediamo il caso in cui sia presente l'attributo "Totale" su Spesa, contenente la spesa mensile.

Tavola degli accessi:

<u>Concetto</u>	<u>Costrutto</u>	<u>Accessi</u>	<u>Tipo op.</u>	<u>Descrizione</u>
Spesa	E	1	L	Lettura del Totale

Il costo mensile dell'operazione è 1.

Costi per tenere aggiornato il dato:

<u>Concetto</u>	<u>Costrutto</u>	<u>Accessi</u>	<u>Tipo op.</u>	<u>Descrizione</u>
Spesa	E	$(4*30)=120$	L	Lettura di 4 fasce al giorno per un mese
Contatore Bidirezionale	E	$(4*30)=120$	L	
Spesa	E	1	S	Scrittura del Totale
Costo	R	1	S	Aggiornamento dell'occorrenza su Costo

Il costo per tenere aggiornato il dato =242.

Costo totale=242+1=243>240. In base all'analisi non è stato inserito l'attributo ridondante "Totale" perché non genera un guadagno in termini di costo computazionale.

6. PROGETTAZIONE LOGICA

- SCHEMA LOGICO E VINCOLI INTEGRITA' REFERENZIALI

Di seguito la traduzione nel *modello logico relazionale* insieme ai Vincoli d'Integrità Referenziali

Area Generale

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

Documento (**CodFiscale**, CodId, Tipo, Ente, DataScadenza)

Account (**Username**, Password, CodFiscale)

Recupero (**Username**, Domanda, Risposta)

Operazione (**Username**, Inizio, CodOp, CodDisp, Fine, Differita)

- V.I.R. tra la chiave **Username** nella tabella Account e l'attributo della chiave **Username** nella tabella Recupero.
- V.I.R. tra la chiave **CodFiscale** in Documento e la chiave **CodFiscale** nella tabella Utente
- V.I.R. tra l'attributo della chiave **Username** nella tabella Operazione e l'attributo della chiave **Username** nella tabella Account.
- V.I.R. tra l'attributo **CodFiscale** in Account e la chiave esterna in Documento.
- V.I.R. tra l'attributo **CodOp** nella tabella Operazione e l'attributo della chiave **CodOp** nella tabella Settaggio.
- V.I.R. tra l'attributo **CodDisp** nella tabella Operazione e l'attributo della chiave **CodDisp** nella tabella Settaggio.

Area Dispositivi

Settaggio (**CodOp,CodDisp**)

Condizionatore (**CodOp,CodDisp**,Temperatura,Umidità,ConsCond)

Ricorsione (**CodOp,CodDisp**,DataI,DataF)

Luce (**CodOp,CodDisp**,TColore,Intensità,ConsLuce)

Programma (**CodOp,CodDisp**,NomeP,ConsMedio,Durata)

Livello (**CodOp,CodDisp**,Consumo)

Dispositivi (**CodDisp**,Stato,NomeD,Posizione,Tipologia)

SmartPlug (**CodSmart**,StatoS,CodDisp)

- V.I.R. tra l'attributo **Username** in Settaggio e l'attributo della chiave **Username** nella tabella Operazione
- V.I.R. tra gli attributi **CodOp** e **CodDisp** nella tabella Ricorsione e la chiave **CodOp,CodDisp** nella tabella Condizionatore
- V.I.R. tra gli attributi **CodOp** e **CodDisp** nella tabella Condizionatore e la chiave **CodOp,CodDisp** nella tabella Settaggio
- V.I.R. tra gli attributi **CodOp** e **CodDisp** nella tabella Luce e la chiave **CodOp,CodDisp** nella tabella Settaggio
- V.I.R. tra gli attributi **CodOp** e **CodDisp** nella tabella Programma e la chiave **CodOp,CodDisp** nella tabella Settaggio
- V.I.R. tra gli attributi **CodOp** e **CodDisp** nella tabella Livello e la chiave **CodOp,CodDisp** nella tabella Settaggio
- V.I.R. tra l'attributo della chiave **CodDisp** nella tabella Settaggio e la chiave **CodDisp** nella tabella Dispositivi
- V.I.R. tra l'attributo **Posizione** nella tabella Dispositivi e la chiave **CodStanza** nella tabella Stanza
- V.I.R. tra l'attributo **CodDisp** nella tabella SmartPlug e la chiave **CodDisp** della tabella Dispositivi.

Topologia dell'Edificio

Stanza (**CodStanza**, Nome, Piano, Altezza, Lunghezza, Larghezza)

PuntiIngresso (**CodIngresso,CodStanza**, TipoIngresso, PCardinale)

- V.I.R. tra la chiave esterna **CodStanza** nella tabella PUNTIINGRESSO e la chiave **CodStanza** della tabella STANZA

Area Energia

EnergiaConsumata (**FasciaOraria, Data**, QuantitaConsumata)

ContatoreBidirezionale (**FasciaOraria, Data**, ConteggioEnergia, EnRete)

Spesa (**FasciaOraria, Data**, CostoUnitarioPerFascia)

Utilizzo (**FasciaOraria, Data**, Preferenza)

EnergiaProdotta (**Timestamp**, Quantita, FasciaOraria)

EfficienzaEnergetica (**CodStanza**, **TempoMis**, EnergiaNecessaria, TempEsterna, TempInterna)

- V.I.R tra gli attributi **FasciaOraria** e **Data** della tabella ENERGIACONSUMATA e le chiavi **FasciaOraria** e **Data** della tabella CONTATOREBIDIREZIONALE
- V.I.R tra gli attributi **FasciaOraria** e **Data** della tabella SPESA e le chiavi **FasciaOraria** e **Data** della tabella CONTATOREBIDIREZIONALE
- V.I.R tra gli attributi **FasciaOraria** e **Data** della tabella UTILIZZO e le chiavi **FasciaOraria** e **Data** della tabella CONTATOREBIDIREZIONALE
- V.I.R tra gli attributi **FasciaOraria** e **Data** della tabella ENERGIAPRODOTTA e le chiavi **FasciaOraria** e **Data** della tabella CONTATOREBIDIREZIONALE
- V.I.R tra l'attributo **CodStanza** della tabella EFFICIENZAENERGETICA e la chiave **CodStanza** della tabella STANZA

Area Suggerimenti

Suggerimenti (**CodDispositivo**, **DataOra**, **CodOperazione**, Scelta, Messaggio, Username, Inizio)

- V.I.R tra gli attributi **Username**, **Inizio** e **CodOperazione** della tabella SUGGERIMENTI e la chiave **Username**, **Inizio** e **CodOperazione** della tabella OPERAZIONE

- VINCOLI DI INTEGRITA' GENERICI

- La Data Scadenza di un documento non deve essere precedente al Giorno Attuale
- Ad ogni Username corrisponde una Domanda di sicurezza con la relativa risposta
- Un Interazione deve essere sempre specificata come Differita con "Si", o nel caso contrario con "No"
- La Tipologia di consumo di un Dispositivo può essere solamente "Consumo Fisso", "Consumo Variabile", "Ciclo NON Interrompibile", "Illuminazione", "Condizionamento"
- L'attributo Stato su Dispositivo può essere solo 0 o 1, indicando che con 0 è spento e con 1 è acceso.
- L'attributo StatoS su Smart Plug può essere solo 0 o 1, indicando che con 0 è spento e con 1 è acceso.
- Un Punto Cardinale di un Punto di ingresso può essere solamente N, NE, E, SE, S, SO, O, NO
- Il Tipo di Ingresso può solo essere finestra, porta o portafinestra.
- L'attributo Scelta su Suggerimenti può solo essere Si, nel caso in cui l'utente accolga il suggerimento, oppure No.
- L'attributo Preferenza su Utilizzo può solo essere "immettere", oppure "autoconsumare".

7. ANALISI DIPENDENZE FUNZIONALI E NORMALIZZAZIONE

A questo punto si procede con l'analisi delle dipendenze funzionali delle relazioni ottenute dalla traduzione, per ognuna verrà verificata la **forma normale BCNF**. Qualora non fosse rispettata, verrà applicato l'algoritmo di normalizzazione.

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

CodFiscale \rightarrow Telefono, DataNascita, Nome, Cognome, DataIscrizione

Già in forma BCNF

Documento (**CodFiscale**, CodId, Tipo, Ente, DataScadenza)

CodFiscale \rightarrow CodId, Tipo, Ente, DataScadenza

Già in forma BCNF

Account (**Username**, Password)

Username \rightarrow Password

Già in forma BCNF

Recupero (**Username**, **Domanda**, Risposta)

Username, Domanda \rightarrow Risposta

Già in forma BCNF

Operazione (**Username**, **Inizio**, **CodOp**, **CodDisp**, Fine, Differita)

Username, Inizio, CodOp, CodDisp \rightarrow Fine, Differita

Già in forma BCNF

Settaggio (**CodOp**, **CodDisp**)

Nessuna dipendenza funzionale rilevante

Condizionatore (**CodOp**, **CodDisp**, Temperatura, Umidità, ConsCond)

CodOp, CodDisp \rightarrow Temperatura, Umidità, ConsCond

Già in forma BCNF

Ricorsione (**CodOp**, **CodDisp**, DataI, DataF)

CodOp, CodDisp \rightarrow DataI, DataF

Già in forma BCNF

Luce (**CodOp**,**CodDisp**,TColore,Intensità,ConsLuce)

$\text{CodOp}, \text{CodDisp} \rightarrow \text{TColore}, \text{Intensità}, \text{ConsLuce}$

Già in forma BCNF

Programma (**CodOp**,**CodDisp**,NomeP,ConsMedio,Durata)

$\text{CodOp}, \text{CodDisp} \rightarrow \text{NomeP}, \text{ConsMedio}, \text{Durata}$

Già in forma BCNF

Livello (**CodOp**,**CodDisp**,Consumo)

$\text{CodOp}, \text{CodDisp} \rightarrow \text{Consumo}$

Già in forma BCNF

Dispositivi (**CodDisp**,Stato,NomeD,Posizione,Tipologia)

$\text{CodDisp} \rightarrow \text{Stato}, \text{NomeD}, \text{Posizione}, \text{Tipologia}$

Già in forma BCNF

SmartPlug (**CodSmart**,StatoS)

$\text{CodSmart} \rightarrow \text{StatoS}$

Già in forma BCNF

Stanza (**CodStanza**, Nome, Piano, Altezza, Lunghezza, Larghezza)

$\text{CodStanza} \rightarrow \text{Nome}, \text{Piano}, \text{Altezza}, \text{Lunghezza}, \text{Larghezza}$

Già in forma BCNF

PuntIngresso (**CodIngresso**, TipolIngresso, PCardinale, Stanza)

$\text{CodIngresso} \rightarrow \text{TipolIngresso}, \text{PCardinale}, \text{Stanza}$

Già in forma BCNF

EnergiaConsumata (**FasciaOraria**, **Data**, QuantitaConsumata)

$\text{FasciaOraria}, \text{Data} \rightarrow \text{QuantitaConsumata}$

Già in forma BCNF

ContatoreBidirezionale (**FasciaOraria**, **Data**, ConteggioEnergia, EnRete)

$\text{FasciaOraria}, \text{Data} \rightarrow \text{ConteggioEnergia}, \text{EnRete}$

Già in forma BCNF

Spesa (**FasciaOraria**, **Data**, CostoUnitarioPerFascia)

FasciaOraria,Data \rightarrow CostoUnitarioPerFascia

Già in forma BCNF

Utilizzo (**FasciaOraria, Data**, Preferenza)

FasciaOraria,Data \rightarrow Preferenza

Già in forma BCNF

EnergiaProdotta (**Timestamp**, Quantita, FasciaOraria)

Timestamp \rightarrow Quantita, FasciaOraria

Già in forma BCNF

EfficienzaEnergetica (**CodStanza, TempoMis**, EnergiaNecessaria, TempEsterna, TempInterna)

CodStanza,TempoMis \rightarrow TempEsterna, TempInterna

CodStanza,TempEsterna,TempInterna \rightarrow EnergiaNecessaria

Tali dipendenze non portano a una forma BCNF, quindi applicando l'algoritmo di decomposizione otteniamo:

efficienzaEnergetica (**CodStanza,TempEsterna,TempInterna**, EnergiaNecessaria)

termometro (**CodStanza,TempoMis**,TempEsterna,TempInterna)

Questa Decomposizione è corretta :

E' mantenuto il **Join** : $\text{efficienzaEnergetica} \cap \text{termometro} = \text{CodStanza, TempEsterna, TempInterna}$ (\rightarrow Chiave di *efficienzaEnergetica*)

Sono mantenute le **FD** : tutte le FD dello schema Originale si possono ritrovare nelle Relazioni Decomposte

8. DATA ANALYTICS

1- ABITUDINE DEGLI UTENTI TRAMITE ASSOCIATION RULE LEARNING

SPIEGAZIONE GENERALE:

Questa funzione di analisi dei dati ha l'obiettivo di individuare delle *regole di associazione*, cioè relazioni interessanti nascoste nei dati, analizzando un insieme di item. Come insieme su cui lavorare è stato scelto quello dei dispositivi ed è stato assunto che, per ogni operazione presente all'interno della tabella "operazione", una transazione comprenda i dispositivi accesi da 20 minuti prima a 20 minuti dopo l'istante di inizio di detta operazione.

FUNZIONAMENTO:

- **Creazione e Popolamento della tabella delle transazioni:** Per generare la tabella contenente le transazioni e i dispositivi presenti all'interno di ciascuna transazione, è stato usato un sistema di programmazione dinamica. La variabile user-defined "@ListDisp" racchiude il codice per generare una tabella contenente una colonna per l'ID della transazione e una colonna per ognuno dei dispositivi presenti.

```
SELECT GROUP_CONCAT(
    CONCAT('D', CodDisp, ',', ' INT DEFAULT 0') ORDER BY CodDisp
) INTO @ListDisp
FROM dispositivi;

set @ListDisp = concat('CREATE TABLE transazione(',
    ' ID INT AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY, ',
    @ListDisp,
    ')engine = InnoDB default charset = latin1;');

-- si crea la tabella Transazione, che ha come attributi ID, D1, D2...Dn
DROP TABLE IF EXISTS transazione;
PREPARE creaTransazione FROM @ListDisp;
EXECUTE creaTransazione;
```

Per quanto riguarda il popolamento della tabella "Transazione", sono state usate delle CTE che sono servite per : isolare le operazioni nel giusto arco di tempo e raggrupparle, trovare i dispositivi presenti all'interno di ciascuna transazione utilizzando la funzione "find_in_set()" e scartare le transazioni con un solo dispositivo ed infine per preparare l'inserimento vero e proprio nella tabella.

Anche in questo caso l'inserimento è stato fatto usando strutture della programmazione dinamica.

	ID	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D32	D33	D34	D35	D36	D37	D38	D39	D40	D51
▶	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	11	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	13	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 1: Tabella Transazione -> le colonne D1,D2... sono gli ID dei Dispositivi

- **Algoritmo Apriori:**

La Stored Procedure “Apriori” è il corpo fondamentale per il funzionamento della analytics. Inizialmente viene generata una tabella “Items”, contenente il codice dei dispositivi presenti nelle transazioni, con accanto l’ID della transazione associata a quel dispositivo, utile successivamente per calcolare più rapidamente il Supporto.

	ID	Item
▶	1	1
	2	1
	10	1
	11	1
	3	2
	4	2

Figura 2: Esempio di tabella Items [ID, Item]

Successivamente vengono create la tabella C1, contenente gli Item1 e il rispettivo Supporto e la tabella L1 , contenente gli 1-item che hanno un supporto maggiore di “@Support”.

	Item1	Support
▶	1	0.1739
	2	0.3043
	3	0.0870
	5	0.2609
	9	0.0870
	10	0.6522
	11	0.5217

Figura 3: esempio di Tabella C1

A questo punto si crea un loop e vengono generate le tabelle C[k] e L[k], utilizzando le rispettive funzioni. Si inizia a iterare per k=2 e ci si ferma quando L[k] è vuoto, oppure quando k=max (massimo numero di iterazioni).

Come ultimo passo, dopo aver creato le tabelle C1...C[k] ed L1...L[k], viene generata e popolata la tabella “Association_rule”, contenente le regole individuate a partire dalla tabella L[k], utilizzando le opportune Stored Procedure.

Da quest’ultima tabella vengono poi eliminate le regole con una confidenza inferiore alla soglia prestabilita, ottenendo così la tabella finale con le *regole forti*.

```
CREATE TABLE IF NOT EXISTS Association_rule
(
  ID INT PRIMARY KEY AUTO_INCREMENT,
  Antecedente VARCHAR(100) DEFAULT " ",
  Conseguente VARCHAR(100) DEFAULT " ",
  Confidenza DOUBLE DEFAULT 0
);
TRUNCATE Association_rule;

SELECT k,i;
WHILE i < k DO
  SET @rules= concat('CALL association', i,',');
  PREPARE rules FROM @rules;
  EXECUTE rules;
  SET i = i + 1;
END WHILE;
-- TABLE Association_rule;

-- Vengono eliminate le regole non forti
-- E' mostrata la tabella risultante delle regole forti
DELETE FROM Association_rule
WHERE Confidenza < @Confidence;
TABLE Association_rule;

END $$
DELIMITER ;
```

SPIEGAZIONE DELLE FUNZIONI E DELLE PROCEDURE DI UTILITA'

- **Creazione delle tabelle $C[k]$ e $L[k]$:**

$C[k]$: Per generare $C[k]$, bisogna combinare ogni record di $L[k-1]$ con tutti gli altri record, prendendo quelli contenenti k-item. Le combinazioni sono senza ordine e senza ripetizioni.

Per esempio, combinando $\{1, 2\}$ con $\{2, 3\}$ si ottiene $\{1, 2, 3\}$.

Il **supporto** di ogni itemset si calcola con l'aiuto della tabella Items, con un semplice GROUP BY.

	Item1	Item2	Item3	Support
►	1	3	9	0.0000
	2	5	10	0.0833
	2	5	11	0.0833
	2	10	11	0.0833
	5	10	11	0.0833

Figura 4: Esempio di Tabella $C3$

$L[k]$: Per generare $L[k]$ occorre semplicemente selezionare tutti i k-itemset della tabella $C[k]$ con Supporto superiore alla soglia prestabilita (nel nostro caso @Support=0.02)

	Item1	Item2	Item3	Support	ID
►	2	5	10	0.0833	1
	2	5	11	0.0833	2
	2	10	11	0.0833	3

Figura 5: Esempio di Tabella $L3$ generata a partire da $C3$

- **Popolamento della tabella Association_rule:**

Per popolare la tabella "Association_rule" sono state utilizzate diverse stored procedure chiamate "association[i]", dove i=numero degli item coinvolti.

Il funzionamento è identico: tramite un cursore che scorre la tabella $L[i]$, individuiamo i vari large-itemset, che vengono partizionati in ogni possibile modo, per ottenere due insiemi disgiunti e inseriti nelle rispettive colonne (Antecedente e Conseguente).

Per ognuna di queste regole viene calcolata la relativa Confidenza.

	ID	Antecedente	Consequente	Confidenza
►	17	2, 5	10	1
	18	5, 10	2	1
	23	2, 5	11	1
	24	5, 11	2	0.6664
	25	11, 2	5	1
	31	11, 2	10	1
	35	5, 10	11	1
	37	11, 5	10	0.6664
	45	2,5	10,11	1
	47	2,11	5,10	1
	48	5,10	2,11	1
	49	5,11	2,10	0.6664
	51	2,5,10	11	1
	52	5,10,11	2	1

Figura 6:Esempio Tabella Regole Forti con Confidenza minima pari a 0.6

Considerazioni finali:

In un caso ideale, il supporto minimo dovrebbe essere messo a circa il 10%, così da trovare le regole associative forti che, sebbene non siano presenti in molti itemset, hanno una confidenza alta e quindi sono interessanti. La confidenza minima invece dovrebbe essere tenuta alta, intorno al 90%.

Purtroppo, per provare l'algoritmo sul registro delle operazioni popolato automaticamente bisogna mettere il supporto minimo all'0.2% e la confidenza minima all'60%.

2- ANALISI E OTTIMIZZAZIONE DEI CONSUMI ENERGETICI

SPIEGAZIONE GENERALE:

Si vuole attuare un piano di ottimizzazione riguardante l'efficienza energetica in modo da migliorare l'impiego di energia rinnovabile disponibile. Nei seguenti punti sarà introdotto l'algoritmo che soddisfa tale richiesta, cercando di capire inoltre come esso è stato implementato sul DBMS.

Lo **scopo** di questa data analytics è la *creazione di un suggerimento* (record della tabella Suggerimento), il quale consiglia l'accensione di un programma relativo ad un determinato dispositivo nella fascia oraria in cui il suo consumo energetico si stima possa essere sopperito dalla produzione dei pannelli fotovoltaici oppure nella fascia oraria in cui il rapporto Produzione energetica e Costo Unitario per Fascia sia migliore.

FUNZIONAMENTO:

- **Ricerca del/dei dispositivi più frequenti:** Per ogni utente viene individuato il dispositivo più frequentemente utilizzato nella settimana precedente, rispetto alla data in cui viene chiamata la procedura. I dati individuati vengono salvati all'interno di una materialized view, mantenuta aggiornata in maniera deferred.

```
DROP TABLE IF EXISTS MV_DispPiuFreq;  
CREATE TABLE MV_DispPiuFreq(  
  Username varchar (50) NOT NULL,  
  Dispositivo integer not null,  
  Settaggio integer not null,  
  Inizio datetime not null,  
  Fine datetime default null,  
  Consumo double default 0,  
  PRIMARY KEY(Username,Dispositivo,Settaggio))  
Engine=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;
```

Per individuare i dispositivi più frequenti, le relative impostazioni e consumi, sono stati utilizzati due cursori presenti nella stored procedure chiamata "AggMv". Il primo cursore scorre gli utenti e li inserisce nella variabile 'Nome'. Successivamente si raggruppano i record della tabella *operazione*, considerando l'username individuato dal cursore, il codice del dispositivo, il codice dell'operazione e si contano, selezionando quello usato più di frequente.

```

DECLARE cursore CURSOR FOR 1°
    SELECT Username
    FROM account;
DECLARE cursoreMV CURSOR FOR 2°
    SELECT MV.Username,MV.Dispositivo,MV.Settaggio,MV.Inizio,MV.Fine
    FROM MV_DispPiuFreq MV;

DECLARE CONTINUE handler for not found SET finito=1;
OPEN cursore;
preleva : LOOP
fetch cursore into Nome;
IF finito=1 THEN LEAVE preleva; END IF;
INSERT INTO MV_DispPiuFreq (Username,Dispositivo,Settaggio,Inizio,Fine) -- Per ogni utente si calcola il o i dispositivi più frequenti
SELECT O.Username,O.CodDisp,O.CodOp,O.Inizio,O.Fine
FROM operazione O
WHERE DATE(O.Inizio)<DATE(temp) AND DATE(O.Inizio)>=DATE_SUB(DATE(temp),INTERVAL 7 DAY)
AND O.Username=Nome
GROUP BY O.Username,O.CodDisp,O.CodOp
HAVING count(*)>=ALL(SELECT count(*)
FROM operazione O
WHERE DATE(O.Inizio)<DATE(temp) AND DATE(O.Inizio)>=DATE_SUB(DATE(temp),INTERVAL 7 DAY)
AND O.Username=Nome
GROUP BY O.Username,O.CodDisp,O.CodOp);

END LOOP;
CLOSE cursore;

```

A questo punto si apre il secondo cursore, chiamato “*cursoreMv*”, che scorre la Materialized view, si calcola il consumo delle operazioni individuate in precedenza, utilizzando l’operazione fondamentale “*CalcoloConsumoOp*” e si aggiorna la Materialized View.

```

OPEN cursoreMV;
prel:LOOP
    fetch cursoreMV into Nome,Dispositivo,Settaggio,Inizio,Fine;

    if finito=1 THEN LEAVE prel;END IF;
    CALL CalcoloConsumoOp(Nome,Dispositivo,Settaggio,Inizio,Fine,@fascia,Totale);

    UPDATE MV_DispPiuFreq MV
    SET MV.Consumo=Totale
    WHERE MV.Username=Nome AND MV.Dispositivo=Dispositivo AND MV.Settaggio=Settaggio
    AND MV.Inizio=Inizio AND MV.Fine=Fine;
    END LOOP;
    CLOSE cursoreMV;

END $$
DELIMITER ;

```

- **Calcolo del rendimento e Creazione dei suggerimenti:**

Il passo successivo è quello di individuare una fascia in cui sia più conveniente accendere i dispositivi individuati sopra. Per farlo sono stati utilizzati un cursore, che si occupa di scorrere la Mv e una tabella di appoggio chiamata “*rend*”, che si occupa di memorizzare il rendimento e la relativa fascia oraria. Questa tabella viene creata e distrutta ad ogni iterazione del cursore.

Passi dell'Algoritmo:

1. Il cursore scorre la Mv e inserisce i dati in alcune variabili
2. Per ogni fascia viene fatta la media dell'energia prodotta nella settimana precedente e si controlla se quest'ultima basta per coprire tutta l'energia consumata dal dispositivo in considerazione.
3. Se l'energia prodotta è minore dell'energia consumata allora viene calcolato il *rendimento*, altrimenti tale rendimento rimane pari a zero.

```
OPEN cursore;
Prel:LOOP
    DROP TABLE IF EXISTS rend;
    CREATE TABLE IF NOT EXISTS rend(
        fascia varchar(3) default ' ',
        Rendimento double default 0);

FETCH cursore INTO Username,Dispositivo,Settaggio,EnCons;
IF finito=1 THEN leave Prel; END IF;

SET Contatore=0;
WHILE Contatore<4 DO          -- Così facendo iteri una volta per fascia
    SET Rendimento=0;         -- lo azzerò tutte le volte per evitare bug
    IF (HOUR(temp)>=0 AND HOUR(temp)<=6) THEN SET fascia='F1'; END IF;
    IF (HOUR(temp)>=7 AND HOUR(temp)<=12) THEN SET fascia='F2'; END IF;
    IF (HOUR(temp)>12 AND HOUR(temp)<=18) THEN SET fascia='F3'; END IF;
    IF (HOUR(temp)>18 AND HOUR(temp)<=24) THEN SET fascia='F4'; END IF;

    SET EnProd=(SELECT AVG(EP.Quantita)          -- Media dell'energia prodotta nella determinata fascia oraria durante la settimana
        FROM energiaprodotta EP
        WHERE EP.FasciaOraria=fascia AND DATE(EP.Timestamp)<DATE(temp) AND DATE(EP.Timestamp)>=DATE_SUB(DATE(temp),INTERVAL 7 DAY)
    );

    IF(EnCons>EnProd) THEN    -- se l'energia prodotta basta non fa niente --> rendimento=0;

SET Costo=(SELECT avg(S.CostoUnitPerFascia)      -- Costo della fascia selezionata
    FROM spesa S
    WHERE S.FasciaOraria=fascia AND S.Data<DATE(temp) AND S.Data>=DATE_SUB(DATE(temp),INTERVAL 7 DAY)
);
SET Rendimento=EnProd/Costo;

    END IF;

insert into rend
values (fascia,Rendimento);
SET Contatore=Contatore+1;
SET temp=timestampadd(HOUR,6,temp);
END WHILE;
```

A questo punto calcoliamo il rendimento massimo dalla tabella “*rend*”, la relativa fascia oraria e si crea il suggerimento (aggiunta di un record alla tabella *suggerimento*).

```

SELECT max(P.Rendimento) into RendimentoMax
FROM rend P
LIMIT 1;

select R.fascia INTO fasciaMax
FROM rend R
WHERE R.Rendimento=RendimentoMax
LIMIT 1;

#-----Creazione Suggerimento-----
INSERT INTO suggerimento(DataOra,CodDisp,CodOp,Messaggio,Username,Inizio)
VALUES (current_timestamp(),Dispositivo,Settaggio,'Vuoi accendere il dispositivo?',Username,fasciaMax);

END LOOP;
CLOSE cursore;

END $$
DELIMITER ;

```

- **Creazione di un Event:** Come ultimo passo viene creato un Event che, ogni settimana, chiama la due stored procedure per aggiornare la Materialized View e per la creazione dei suggerimenti.

```

DROP EVENT IF EXISTS OTTIMIZZA;
DELIMITER $$
CREATE EVENT OTTIMIZZA
ON SCHEDULE EVERY 7 DAY
DO
BEGIN
    TRUNCATE MV_DispPiuFreq;
    CALL AggMv('2021-08-15 4:00');
    CALL CreaSugg('2021-08-15 4:00');
END $$

```

Figura 7: Esempio Tabella Suggerimento popolata

	DataOra	CodDisp	Messaggio	Scelta	Username	Inizio	CodOp
►	2022-04-22 10:33:10	2	Vuoi accendere il dispositivo?	No	Francesco	F2	3
	2022-04-22 10:39:07	2	Vuoi accendere il dispositivo?	No	Francesco	F2	3
	2022-04-22 10:39:30	2	Vuoi accendere il dispositivo?	No	Francesco	F2	3
	2022-04-22 10:39:30	2	Vuoi accendere il dispositivo?	No	Giovanna	F2	4
	2022-04-22 10:39:30	2	Vuoi accendere il dispositivo?	No	Francesco	F2	6
	2022-04-22 10:39:30	3	Vuoi accendere il dispositivo?	No	Giovanna	F1	4
	2022-04-22 10:39:30	3	Vuoi accendere il dispositivo?	No	Francesco	F2	5
	2022-04-22 10:39:30	5	Vuoi accendere il dispositivo?	No	Francesco	F2	4