

Documentazione di Progetto



Di Saggini Gianmaria

**Corso di Basi di Dati
A.A. 2020-2021**

DI DIPARTIMENTO DI
INGEGNERIA
DELL'INFORMAZIONE



UNIVERSITÀ DI PISA

SOMMARIO

GLOSSARIO DEI TERMINI	2
AREA GENERALE	2
AREA DISPOSITIVI	3
AREA ENERGIA	4
AREA COMFORT	4
SPIEGAZIONE DIAGRAMMA ER	6
AREA GENERALE	6
AREA DISPOSITIVI	9
AREA ENERGIA	12
AREA COMFORT	15
RISTRUTTURAZIONE ER	18
ELIMINAZIONE DELLE GENERALIZZAZIONI	18
RIDONDANZE	20
ELIMINAZIONE ATTRIBUTI COMPOSTI E/O MULTIVALORE	20
PARTIZIONAMENTO/ACCORPAMENTO DI ENTITÀ E RELAZIONI	20
TAVOLA DEI VOLUMI	21
AREA GENERALE	21
AREA DISPOSITIVI	21
AREA ENERGIA	22
AREA COMFORT	23
OPERAZIONI E PRESTAZIONI	25
LISTA OPERAZIONI	25
ANALISI DELLE OPERAZIONI E INTRODUZIONE DI RIDONDANZE	25
TRADUZIONE IN MODELLO LOGICO	43
SCHEMA LOGICO	43
VINCOLI DI INTEGRITÀ REFERENZIALE	44
VINCOLI DI INTEGRITÀ GENERICI	45
NORMALIZZAZIONE	47
ANALISI DIPENDENZE FUNZIONALI E NORMALIZZAZIONE BCNF	47
IMPLEMENTAZIONE SU DBMS	53
DATA ANALYTICS	54
ANALISI ABITUDINI DEGLI UTENTI TRAMITE ASSOCIATION RULE LEARNING	54
<i>Individuazione di items e transazioni</i>	<i>54</i>
<i>Algoritmo Apriori</i>	<i>54</i>
<i>Generazione regole forti</i>	<i>55</i>

Glossario dei termini

Area generale

Termine	Descrizione	Sinonimi	Collegamenti
Utente	Persona che ha un account nella casa.	Abitante	Documento, Account
Documento	Un documento che identifica un utente.	Identità	Utente
Account	Identificazione di un utente che gli consente di interagire con la Smart Home.		Utente, Documento, Dispositivo
Nickname	Nome alternativo assegnato ad un utente.	Alias	Account, Utente
Registrazione	Memorizzazione nel database di un utente assieme ad un suo documento.	Iscrizione, accounting	Account, Utente, Documento
Stanza	Luogo di una casa al quale si può accedere da un punto di accesso. Anche l'esterno è una stanza.		Punto di accesso, Temperatura, Smart plug
Punto di accesso	Porta, finestra, portafinestra che collega due stanze.	Entrata, uscita, collegamento	Stanza
Dispersione	Coefficiente di trasmittanza termica. Unità di misura in $\frac{W}{m^2 K}$		Stanza

Area dispositivi

Termine	Descrizione	Sinonimi	Collegamenti
Registro interazioni	Registro nel quale vengono mantenute le interazioni account-dispositivo.	Interazioni, utilizzi	Account, dispositivo
Dispositivo	Qualsiasi oggetto attaccato ad una smart plug: luci, condizionatori, elettrodomestici ecc..	Elettrodomestico, apparecchio elettronico	Smart plug, Registro interazione, Programma, Elemento illuminazione, Elemento condizionamento
Smart plug	Adattatore collegato alla presa elettrica. Ogni dispositivo è collegato a quest'ultimo.	Presa elettrica, presa intelligente	Utente, Dispositivo, Stanza
Ubicazione	Posizione di una smart plug in una stanza.	Collocazione	Stanza, Smart plug
Fisso	Dispositivo a consumo fisso.	ON/OFF	Dispositivo, Elemento illuminazione, Elemento condizionamento
Variabile	Dispositivo a consumo variabile.	Regolabile	Dispositivo, livello di potenza
A ciclo	Dispositivo a ciclo non interrompibile, cioè non può essere interrotto durante il funzionamento.	Non interrompibile, programmabile	Dispositivo, Programma
Programma	Ciclo di azioni di un dispositivo a ciclo.		A ciclo

Fattore potenza	Fattore che va moltiplicato per la regolazione per avere la potenza sviluppata.		Variabile
-----------------	---	--	-----------

Area energia

Termine	Descrizione	Sinonimi	Collegamenti
Sorgente rinnovabile	Registro nel quale vengono salvate le potenze sviluppate nel tempo dalle sorgenti rinnovabili, per esempio pannelli fotovoltaici.	Pannelli fotovoltaici, pale eoliche, energia prodotta	Fascia oraria utente, Registro interazioni
Fascia oraria utente	Fascia temporale creata dagli utenti, nella quale si decide se usare o no l'energia prodotta		Sorgente rinnovabile
Prelievo	Prelievo di energia prodotta da parte di un'interazione.	Uso energia prodotta	Registro interazioni, Sorgente rinnovabile
Suggerimento	Suggerimento creato per migliorare l'utilizzo dell'energia prodotta.	Consiglio, avviso	Utente

Area comfort

Termine	Descrizione	Sinonimi	Collegamenti
Registro temperatura	Registro nel quale vengono salvate le		Stanza

	temperature di tutte le stanze in gradi Celsius .		
Elemento di illuminazione	Dispositivo che illumina.	Luce, lampada.	Dispositivo, Fisso
Elemento di condizionamento	Dispositivo che riscalda o raffredda.	Condizionatore, climatizzatore	Dispositivo, Fisso
Registro luci	Registro che memorizza le informazioni delle interazioni con le luci.		Registro interazioni, Impostazione luci
Registro clima	Registro che memorizza le informazioni delle interazioni con i condizionatori.		Registro interazioni, Ricorrenza
Ricorrenza	Impostazione per i condizionatori che viene ripetuta nel tempo.		Registro clima
Impostazione luci	Impostazione preconfigurata delle luci.	Impostazione preconfigurata	Registro luci
COP	Coefficiente di prestazione, rapporto di riscaldamento fornito in base alla potenza di ingresso.		Elemento condizionamento
EER	Rapporto di efficienza energetica, rapporto di raffreddamento fornito in base alla potenza di ingresso.		Elemento condizionamento

Spiegazione diagramma ER

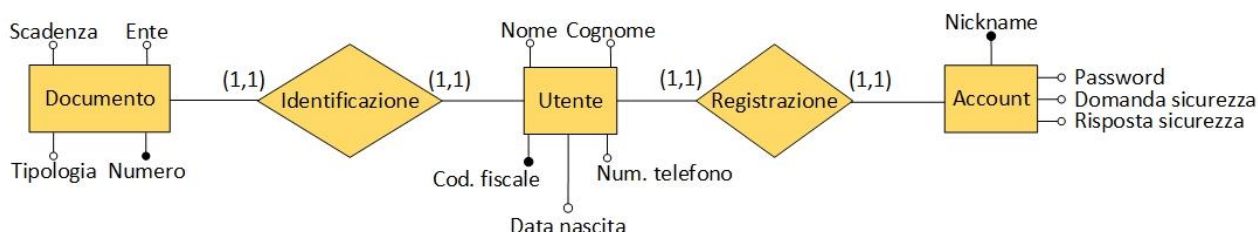
In questa sezione verrà introdotta, per ogni area, una tabella dove si elencano entità e relazioni. Per ogni entità o relazione verranno anche elencati gli attributi e l'identificatore o le entità coinvolte rispettivamente. Successivamente, verrà spiegata nel dettaglio la semantica dello schema ER associato.

Area generale

Entità	Attributi	Identificatore
Documento	Scadenza, Ente, Tipologia	Numero
Utente	Nome, Cognome, Num. telefono, Data nascita	Cod. fiscale
Account	Password, Domanda sicurezza, Risposta sicurezza	Nickname
Punto accesso	Tipologia, Punto cardinale	Codice
Stanza	Dispersione, Larghezza, Lunghezza, Altezza, Piano, Nome	ID stanza

Relazione	Attributi	Entità coinvolte
Identificazione	-	Documento, Utente
Registrazione	Data iscrizione	Utente, Account
Collegamento	-	Punto accesso, Stanza

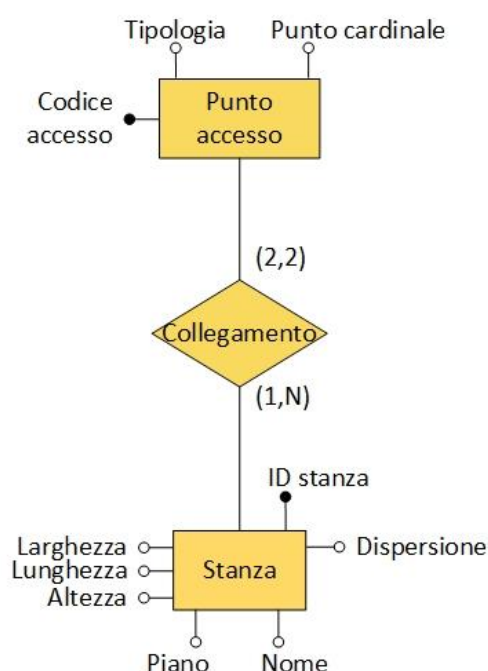
Come prima cosa introduciamo la zona accounting:



Questa zona è incentrata sul concetto di **account**. Quest'ultimo è un utente che si registra nel sistema attraverso un alias, detto anche nickname, una password e una domanda con risposta di sicurezza che verranno utilizzati per recuperare l'account. L'entità **utente** rappresenta una persona fisica registrata nel sistema, identificata dal suo codice fiscale come nella realtà, che dipende dal nome, cognome e data di nascita; un numero di telefono è necessario per registrarsi. In aggiunta, ogni utente è obbligato a fornire i dati di un documento identificativo.

Questa entità contiene uno e un solo **documento** per ogni utente. È stata fatta questa decisione visto che sembrava inutile tenere più documenti per un singolo, dal momento che ne verrà utilizzato solo uno per creare l'account. Il documento è composto dal numero identificativo che è diverso per ogni tipo di documento (quindi da solo è identificatore), la tipologia, la scadenza e l'ente di rilascio.

La seconda parte dell'area generale è la **topologia dell'edificio**. Infatti, la casa è composta da un certo numero di **stanze**. Ogni stanza ha le sue misure in metri. Per semplificare ho pensato all'esterno della casa come una stanza, così che potesse avere un registro delle temperature. I motivi verranno spiegati nel dettaglio nella zona comfort. L'attributo **dispersione** è anche detto coefficiente di trasmittanza termica, e serve a capire quanta energia viene dissipata dalla stanza.



Un **punto di accesso** è una porta, una finestra o una porta finestra che **collega** due e due sole stanze. Una stanza può avere uno o più punti di accesso. Il punto cardinale indica la direzione nella quale il collegamento si apre.

Area Dispositivi

Entità	Attributi	Identificatore
Registro interazioni	Regolazione, Differita, Fine	Inizio, Codice smart plug
Dispositivo	Nome	Codice smart plug
Smart Plug	-	Codice smart plug
Fisso	Potenza(raffreddamento)	Codice smart plug
Variabile	Regolazione max., fattore potenza	Codice smart plug
A ciclo	-	Codice smart plug
Programma	Durata, Potenza media	Codice programma

Relazione	Attributi	Entità coinvolte
Attività	-	Account, Registro interazioni
Utilizzo	-	Registro interazioni, Dispositivo
Connessione	-	Smart plug, Dispositivo
Ubicazione	-	Stanza, Smart plug
Programmazione	-	A ciclo, Programma
Avviamento	-	Programma, Registro interazioni

Partiamo descrivendo le interazioni utente-dispositivo. In realtà al posto degli utenti saranno gli account ad interagire; in ogni caso un account è di un solo utente.

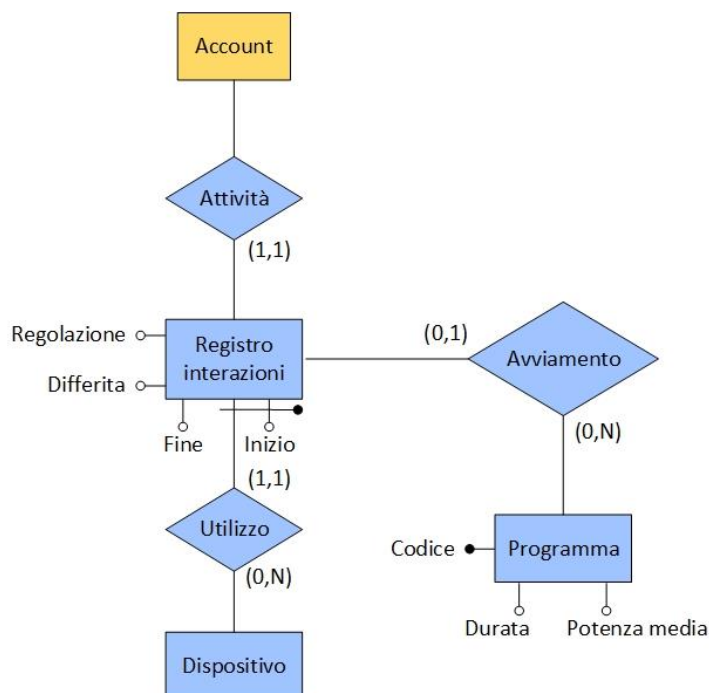
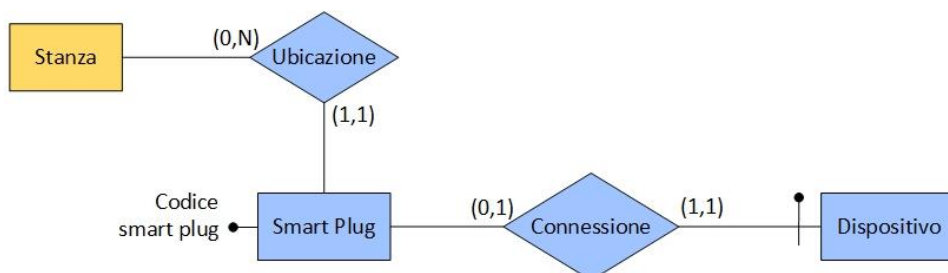
Nel **registro interazioni** vengono memorizzate tutte le interazioni, cioè accensioni, spegnimenti, regolazioni e altro. Come da specifiche di progetto, un utilizzo ha un inizio ed una fine, quest'ultima combacia con lo spegnimento o con l'inizio di un altro utilizzo. Come verrà spiegato in

seguito, un **dispositivo** può essere regolato e quindi va salvata la **regolazione**, se programmabile va salvato il programma in **avviamento**. L'attributo "Differita" serve per capire quali sono le interazioni che sono state inserite con una data successiva a quella attuale, cioè in differita.

L'identificatore di Registro interazioni è Inizio con identificatore esterno su dispositivo. Questo perché abbiamo presupposto che un dispositivo non può essere utilizzato da più persone contemporaneamente. Di conseguenza, non servirà nella chiave Account visto che è già identificato dalla coppia Inizio-Dispositivo. "Fine" non fa parte della chiave perché l'inizio determina la fine.

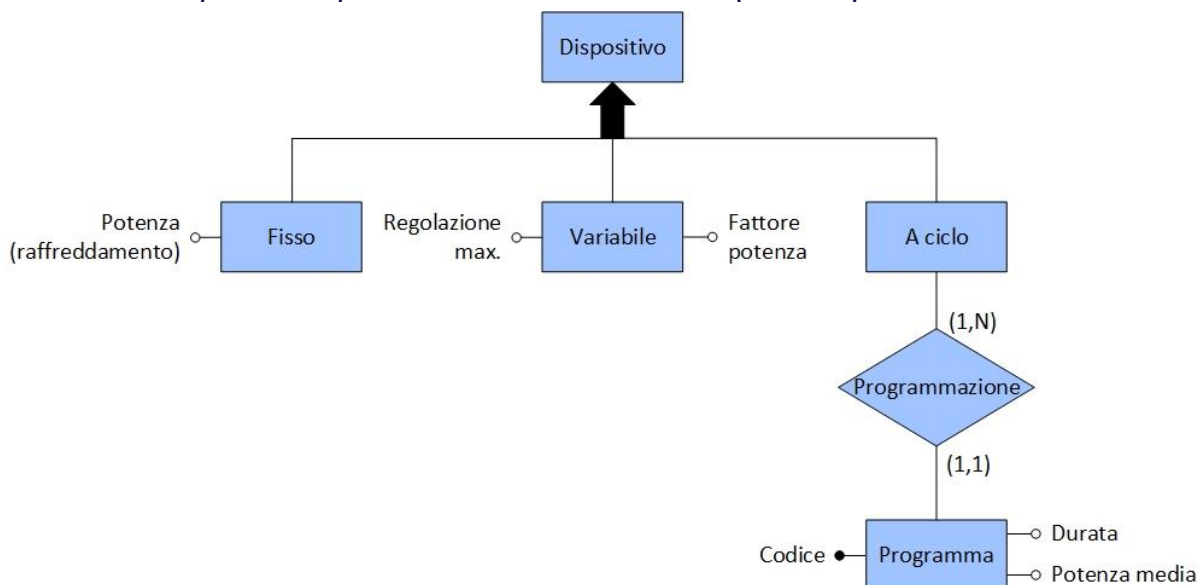
In questo registro, come in tutti gli altri registri presenti nel database (della temperatura, del clima, delle luci, ecc.) i dati vengono mantenuti per i 6 mesi più recenti.

L'ubicazione dei dispositivi non è di difficile comprensione:



Un dispositivo è identificato esternamente dalla **smart plug** alla quale è connesso. D'altro canto, una smart plug può anche non avere niente attaccato. Le smart plug, dunque i dispositivi, sono collocati in una stanza.

Come ultima parte di quest'area si hanno i vari tipi di dispositivo:



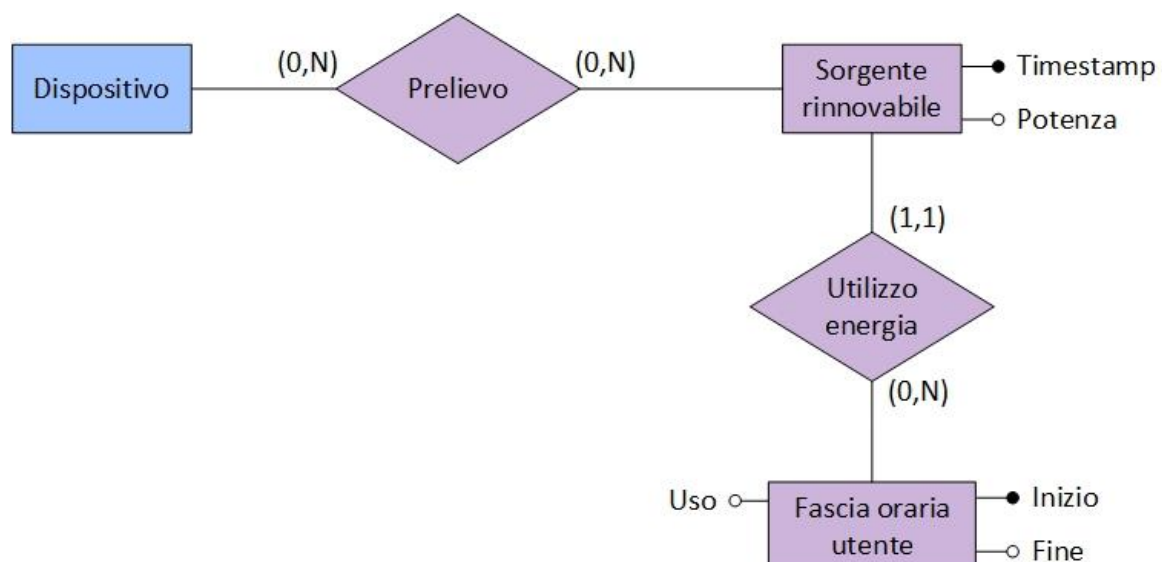
Come si può dedurre dal diagramma, un dispositivo può essere di tre tipi:

- A consumo **fisso**, cioè ha solo due stati, ON e OFF, e la potenza in kW è singola. L'aggiunta "raffreddamento" verrà spiegata nella zona comfort.
- A consumo **variabile**, cioè con varie regolazioni. Ognuno ha una regolazione massima, e un fattore potenza che va moltiplicato per la regolazione per ottenere la potenza della regolazione.
- A **ciclo non interrompibile**, cioè che usa dei programmi e non può essere interrotta durante il funzionamento. Un dispositivo di questo tipo deve avere almeno un programma, ed un programma deve essere assegnato ad un solo dispositivo. Un programma è identificato da un codice univoco.

Area energia

Entità	Attributi	Identificatore
Suggerimento	Scelta	Timestamp, Codice smart plug
Sorgente rinnovabile	Potenza	Timestamp
Fascia oraria utente	Fine, Uso	Inizio
Contratto	Fine, F1, F2, F3, kW massimi	Inizio

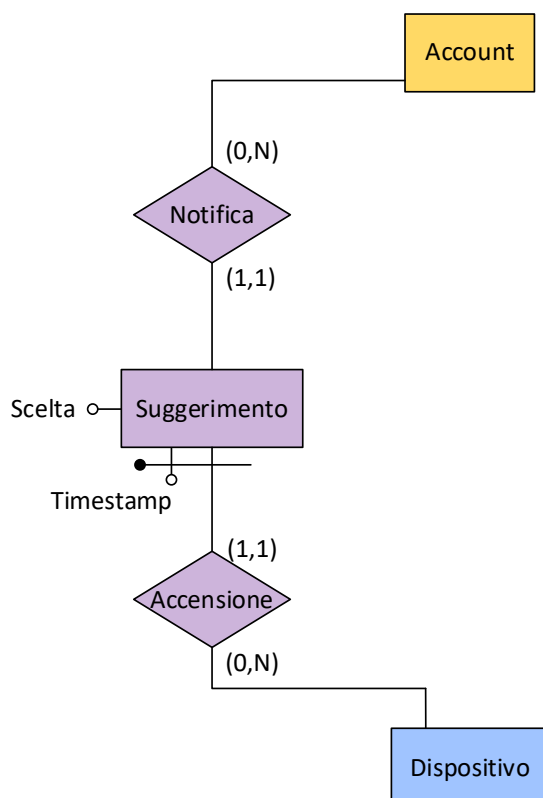
Relazione	Attributi	Entità coinvolte
Notifica	-	Account, Suggerimento
Accensione	-	Suggerimento, Dispositivo
Prelievo	-	Dispositivo, Sorgente rinnovabile
Utilizzo Energia	-	Sorgente rinnovabile, Fascia oraria utente
Titolare	-	Contratto, Utente



L'area energia si incentra sull'energia prodotta dalle **sorgenti rinnovabili** presenti nella casa, come pannelli fotovoltaici o impianti eolici. Ogni 15 minuti viene letta la potenza prodotta dalle sorgenti rinnovabili e memorizzata con il timestamp relativo. **La potenza è positiva e in kW**. Una interazione può **prelevare** energia dai pannelli fotovoltaici se è presente; se non è sufficiente, la differenza verrà presa dalla rete. Se dell'energia prodotta una parte rimane inutilizzata, verrà immessa nella rete. Di conseguenza, tutta l'energia verrà usata in qualche modo.

Si possono anche creare delle **fasce orarie utente**, diverse da quelle del contratto energetico (F1, F2, F3), che scandiscono i periodi della giornata nei quali si deve usare o immettere nella rete l'energia prodotta. L'attributo **Uso** è un booleano, se è Sì allora l'energia si può usare. Queste fasce hanno priorità su tutto, quindi se dei dispositivi stanno consumando ma l'energia prodotta va immessa in rete, quest'ultima non potrà in nessun modo essere usata dagli apparecchi elettronici.

L'ultima parte di quest'area riguarda i **suggerimenti**:



Un suggerimento è un consiglio che invita ad utilizzare un dispositivo quando si prevede una produzione di energia stabile per un certo periodo di tempo. Ad esempio, questo potrebbe essere utile per i dispositivi a ciclo non interrompibile dei

quali si sa quanto dureranno e quanto consumeranno. Il suggerimento è identificato dal momento nel quale è stato fatto e dal dispositivo; l'utente non serve perché è già identificato dal timestamp e dall'apparecchio visto che il consiglio viene inviato ad un solo account.

L'utente a cui inviarlo viene scelto in base alla percentuale di utilizzo del dispositivo; questa operazione verrà discussa in seguito.

Ho pensato che un **altro metodo più veloce** per prevedere il meteo, al posto di implementarlo con una funzionalità di back-end, sarebbe attraverso delle API. Infatti, esistono molti siti che mettono a disposizione delle API per prelevare dati sulle previsioni meteo. Questo metodo non graverebbe sul carico applicativo come una funzionalità di previsione.

Area comfort

Entità	Attributi	Identificatore
Registro temperatura	Temperatura	Timestamp, IDStanza
Elemento di illuminazione	Regolabile, Temp. minima, Temp. massima	Codice smart plug
Elemento di condizionamento	Potenza riscaldamento, Tmax riscaldamento, Tmin riscaldamento, COP, EER	Codice smart plug
Registro Luci	Temp. Colore, Intensità	Inizio, Codice smart plug
Registro Clima	Temperatura, Umidità	Inizio, Codice smart plug
Ricorrenza	Giorno settimanale, Giorno mensile, Temperatura, Umidità, Attiva	Codice ricorrenza
Impostazione luci	Intensità, Temperatura colore	Codice impostazioni

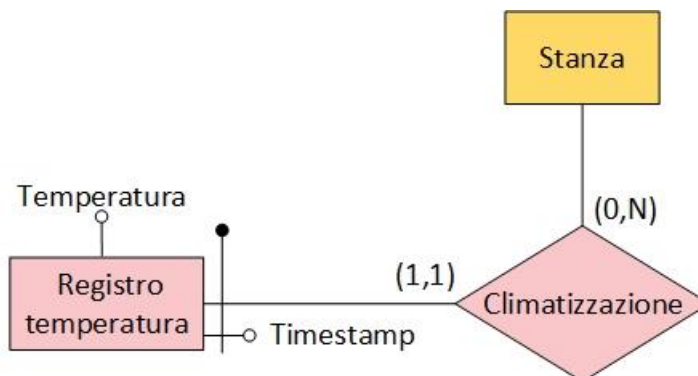
Relazione	Attributi	Entità coinvolte
Climatizzazione	-	Stanza, Registro temperatura
Illuminazione	-	Registro interazioni, Registro luci
Condizionamento	-	Registro interazioni, Registro clima
Ricorrente	-	Registro Clima, Ricorrenza
Setting	-	Registro luci, Impostazione luci

Partiamo spiegando come vengono salvate le temperature:

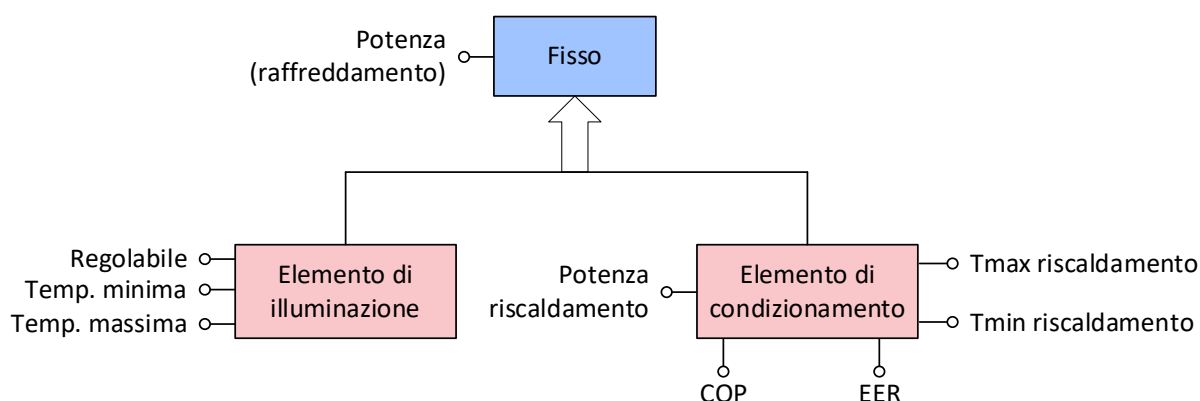
Ogni stanza ha la sua temperatura, che viene salvata **ogni 30 minuti** nel Registro temperatura. La temperatura è in **gradi celsius**.

Come detto nell'area generale,

anche l'esterno è una stanza, così da avere una **temperatura esterna**, necessaria se si vuole calcolare i consumi dei condizionatori.

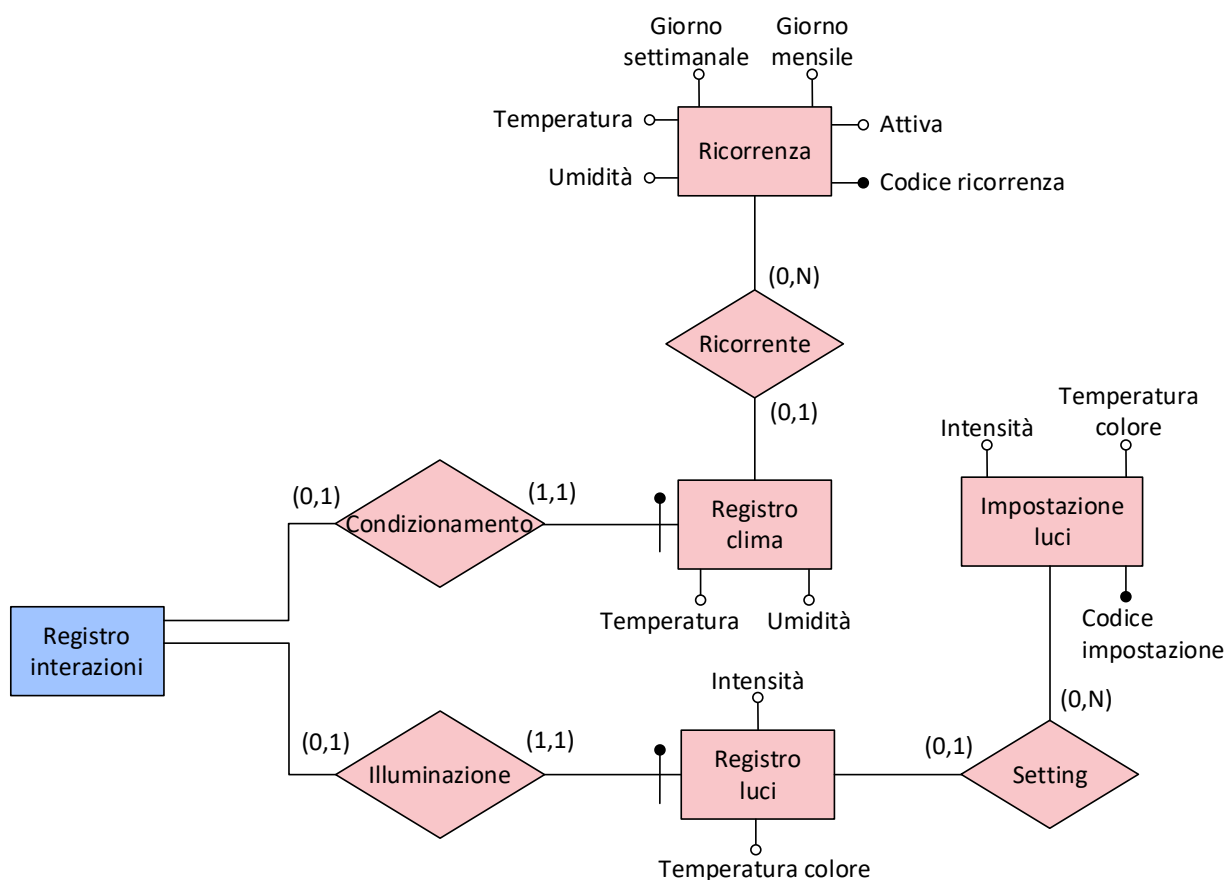


Gli **elementi di illuminazione e di condizionamento** sono stati pensati come generalizzazione dell'entità Fisso. Infatti, le luci anche se regolabili in intensità hanno una potenza nell'ordine dei Watt, e quindi irrisoria rispetto ai kW di certi dispositivi.



Gli elementi di condizionamento hanno due potenze, quella di riscaldamento e di raffreddamento. Mettere due attributi sull'entità **Elemento di condizionamento** sarebbe una ridondanza, visto che abbiamo già una potenza ereditata da Fisso. Dunque, si utilizzerà la potenza su Fisso come **potenza di raffreddamento**.

L'ultima parte è la gestione delle interazioni:



Registro clima e Registro luci servono per salvare informazioni aggiuntive delle interazioni. Per i condizionatori si salvano temperatura e umidità impostate, mentre per le luci l'intensità e la temperatura di colore.

Gli utenti possono creare delle ricorrenze, cioè dire che in determinati giorni della settimana o del mese si abbia la stessa impostazione clima. Quindi, una impostazione potrà avere un codice ricorrenza o no. Se due ricorrenze entrano in conflitto con i giorni settimanali e mensili, **quelle settimanali hanno precedenza**. Per esempio, se abbiamo una ricorrenza il 20 di ogni mese, e una di giovedì, ma il 20 di un mese è casualmente anche giovedì, la ricorrenza di giovedì avrà precedenza. Il giorno settimanale è un numero da 0 a 7, dove 0 è domenica.

Si possono creare anche delle impostazioni per le luci. Queste impostazioni possono essere applicate ad una singola luce oppure ad un gruppo di esse, per esempio della stessa stanza.

Ristrutturazione ER

In questo capitolo viene descritta la fase di ristrutturazione del diagramma ER, che è divisa in quattro parti:

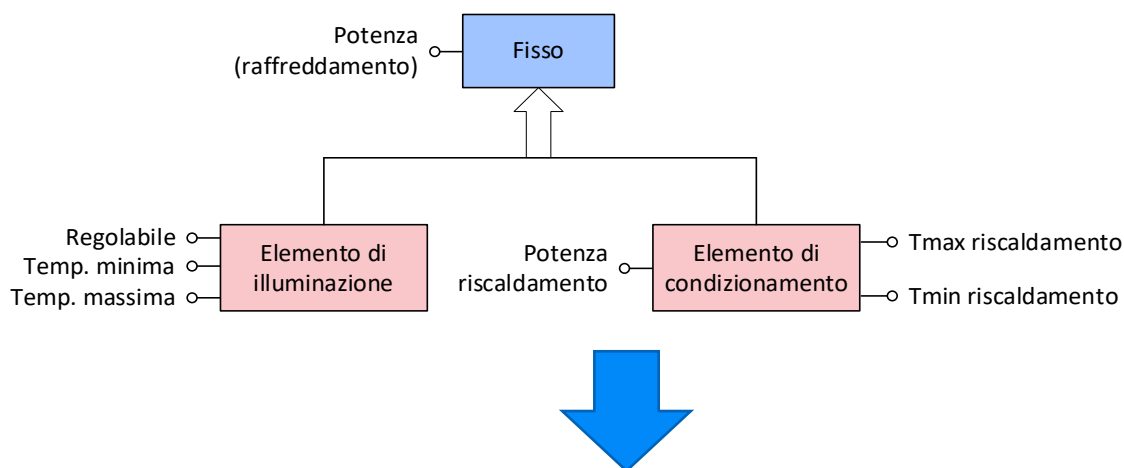
1. eliminazione delle generalizzazioni.
2. analisi delle ridondanze.
3. eliminazione degli attributi composti e multivalore.
4. partizionamento e/o accorpamento di entità e relazioni.

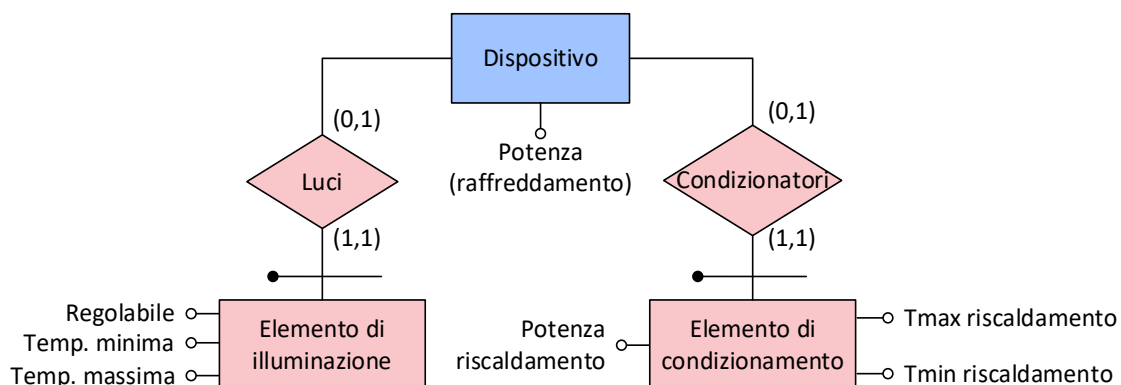
Questa fase è necessaria perché molti costrutti del modello ER non possono essere traducibili direttamente in modello logico.

Eliminazione delle generalizzazioni

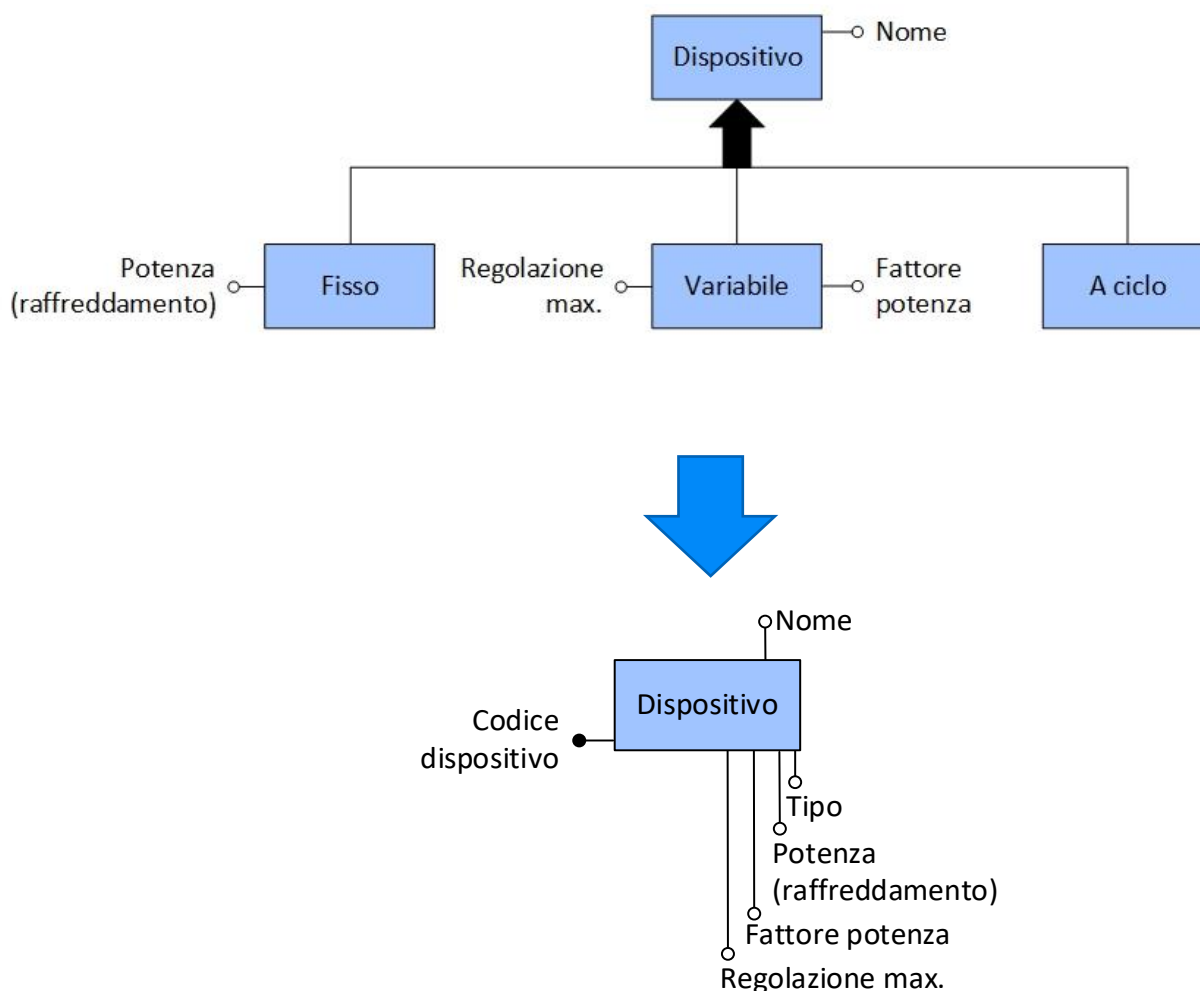
Le generalizzazioni presenti nel diagramma sono tutte usate per generalizzare i dispositivi.

La generalizzazione parziale è stata tradotta attraverso la **sostituzione con associazioni**. Questa decisione è stata presa perché illuminazione e condizionamento sono due elementi ben distinti tra di loro. Inoltre, ci sono delle operazioni che lavorano solo sull'entità padre senza toccare le figlie. Anche se si ha un risparmio di memoria per l'assenza di valori nulli, bisogna tenere conto che un'occorrenza non può partecipare contemporaneamente a Luci e Condizionatori.





La generalizzazione totale invece è stata tradotta con un **accorpamento delle entità figlie sul genitore**. Abbiamo deciso questo metodo perché le operazioni che sono state scelte lavorano in generale sui dispositivi, senza fare distinzioni particolari. Visto che l'entità Fisso ha due relazioni derivanti dalla traduzione di prima, queste verranno collegate a Dispositivo. Su dispositivo viene aggiunto l'attributo "Tipo" che dice di che tipo è. È importante sapere il tipo per le associazioni, che diventeranno tutte di cardinalità minima 0, visto che solo una parte può partecipare ad esse.



Ridondanze

Nel diagramma ER non ristrutturato **non sono presenti ridondanze**. Questo è stato fatto per semplificare la traduzione logica e la normalizzazione. Verranno aggiunte delle ridondanze per incrementare le prestazioni delle operazioni nel prossimo capitolo.

Eliminazione attributi composti e/o multivalore

Il diagramma presentato non presenta attributi composti né multivalore. Un possibile attributo multivalore poteva essere l'entità Documento, ma ho preferito pensarla da subito come entità autonoma.

Partizionamento/accorpamento di entità e relazioni

Ho pensato di accorpare le entità **Smart plug** e **Dispositivo**. Questo perché sono due concetti molto simili e tutte le operazioni che lavorano sui dispositivi lavorano anche sulle smart plug. D'altronde, un dispositivo ha senso solo se collegato ad una presa intelligente. Ovviamente le smart plug con stato su OFF avranno dei valori NULL, ma sono così poche le prese con niente attaccato che è accettabile averli.

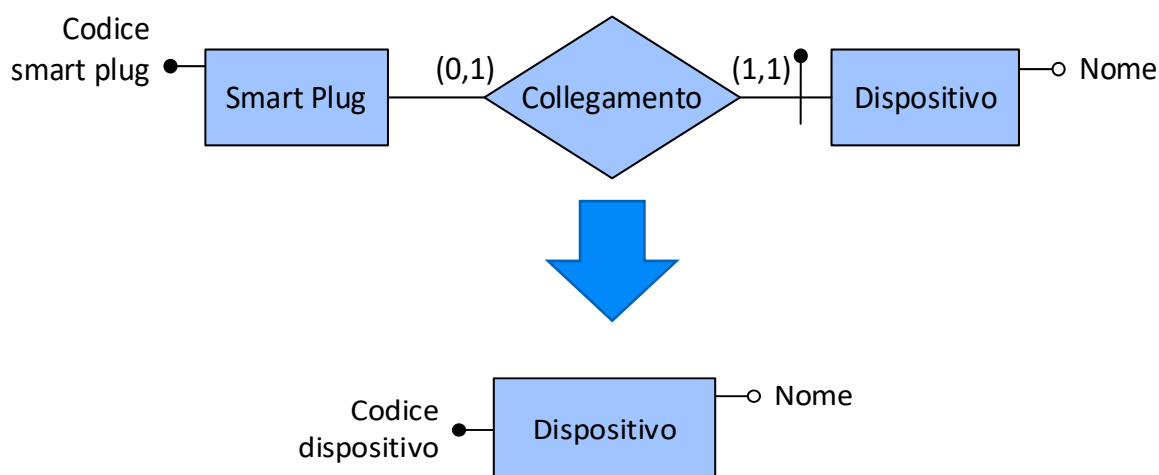


Tavola dei volumi

Area generale

Concetto	Tipo	Motivazione	Volume
Account	Entità	Ipotesi	10
Registrazione	Relazione	Uguale al numero di account	10
Utente	Entità	Un account è di un solo utente	10
Identificazione	Relazione	Uguale al numero di utenti	10
Documento	Entità	Un utente ha un solo documento	10
Stanza	Entità	Ipotesi	10
Punto accesso	Entità	In media i punti di accesso sono il doppio delle stanze.	20
Collegamento	Relazione	Relazione 2:2 con punto accesso	40

Area dispositivi

Concetto	Tipo	Motivazione	Volume
Registro interazioni	Entità	Un dispositivo viene utilizzato in media 5 volte al giorno, quindi $5 \cdot 50 = 250$ utilizzi al giorno. Contando che i dati vengono tenuti per 6 mesi, bisognerà fare $250 \cdot 180 = 45000$ utilizzi semestrali (non contando febbraio che può variare e i mesi da 30 o 31).	45000
Attività	Relazione	Relazione 1:1 con Registro interazione. Da questo si può dedurre che un utente fa 25 interazioni in un giorno: $5 \cdot 50 = 250$ utilizzi al giorno fatti da 10 utenti, cioè 25 ciascuno.	45000
Utilizzo	Relazione	Relazione 1:1 con Registro interazione.	45000
Dispositivo	Entità	Ipotesi	50

Ubicazione	Relazione	Relazione 1:1 con Dispositivo. Un dispositivo sta in una sola stanza	50
Programmazione	Relazione	Ipotesi: 10% dei dispositivi sono programmabili. Ognuno ha in media 3 programmi.	15
Programma	Entità	Relazione 1:1 con Programmazione. Ogni dispositivo programmabile ha in media 3 programmi.	15
Avviamento	Relazione	Il 10% del Registro interazioni è di dispositivi programmabili.	4500

Area energia

Concetto	Tipo	Motivazione	Volume
Prelievo	Relazione	Ipotesi: due terzi delle interazioni preleva dalle sorgenti rinnovabili	30000
Sorgente rinnovabile	Entità	La produzione energetica viene aggiornata ogni 15 minuti, per un totale di 96 volte al giorno. Contando che i dati vengono tenuti per 6 mesi, bisognerà fare $96 \times 180 = 17280$ record (non contando febbraio che può variare e i mesi da 30 o 31).	17280
Utilizzo energia	Relazione	Relazione 1:1 con Sorgente rinnovabile.	17280
Fascia oraria utente	Entità	Ipotesi	3
Suggerimento	Entità	Ipotesi: la produzione si mantiene stabile in media 2 volte al giorno. Se i record vengono mantenuti per 6 mesi, si hanno 360 momenti stabili. Per ognuno di essi si creano in media 2 suggerimenti.	720

Notifica	Relazione	Relazione 1:1 con Suggerimento	720
Avviamento	Relazione	Relazione 1:1 con Suggerimento	720
Contratto	Entità	Ipotesi	5
Titolare	Relazione	Relazione 1:1 con Contratto	5

Area comfort

Concetto	Tipo	Motivazione	Volume
Registro temperatura	Entità	La temperatura viene aggiornata ogni 30 minuti, per un totale di 48 volte al giorno. Ogni stanza ha la sua temperatura. Contando che i dati vengono tenuti per 6 mesi, bisognerà fare $48 \times 10 \times 180 = 86400$ record (non contando febbraio che può variare e i mesi da 30 o 31).	86400
Climatizzazione	Relazione	Relazione 1:1 con Temperatura.	86400
Luci	Relazione	Relazione 1:1 con Elemento di illuminazione.	20
Condizionatori	Relazione	Relazione 1:1 con Elemento di condizionamento.	5
Elemento di illuminazione	Entità	Ipotesi: 40% dei dispositivi sono luci.	20
Elemento di condizionamento	Entità	Ipotesi: il 50% delle stanze ha un condizionatore.	5
Illuminazione	Relazione	Relazione 1:1 con Registro luci	18000
Condizionamento	Relazione	Relazione 1:1 con Registro clima	4500
Registro luci	Entità	Ipotesi: ogni luce viene impostata 5 volte al giorno. I dati vengono tenuti	18000

		per 6 mesi, quindi $5 \cdot 180 = 900$ per una luce. Quindi $15 \cdot 900 = 13500$.	
Registro clima	Entità	Ipotesi: i condizionatori vengono impostati in media 5 volte al giorno. I dati vengono tenuti per 6 mesi, quindi $5 \cdot 180 = 900$ per un climatizzatore. Quindi $5 \cdot 900 = 4500$.	4500
Ricorrente	Relazione	Ipotesi: il 50% delle impostazioni è ricorrente.	900
Ricorrenza	Entità	Ipotesi	10
Impostazione luci	Entità	Ipotesi	5
Setting	Relazione	Ipotesi: metà delle interazioni con le luci avvengono tramite impostazioni preconfigurate.	9000

Operazioni e prestazioni

In questo capitolo verranno elencate le 8 operazioni scelte, anticipando per quali è stato scelto di introdurre ridondanze. Successivamente ogni operazione verrà analizzata; ognuna di esse avrà una descrizione, i dati di input e output, la frequenza, la tavola dei volumi interessata, la tavola degli accessi e le eventuali ridondanze. Si è deciso di analizzare le operazioni in base al caso medio.

Lista operazioni

- 1) Percentuali utilizzo di un dispositivo
- 2) Energia prodotta usata dai dispositivi, esclusi condizionatori (**Ridondanza aggiunta**)
- 3) Impostare temperatura e umidità in una stanza
- 4) Vedere se un dispositivo è stato usato in maniera ecosostenibile
- 5) Classifica in base al numero di interazioni in un mese (**Ridondanza aggiunta**)
- 6) Consumo di un condizionatore in un giorno (**Ridondanze aggiunte**)
- 7) Avviare un'impostazione predefinita delle luci in una stanza
- 8) Riepilogo giornaliero produzione sorgenti rinnovabili

Analisi delle operazioni e introduzione di ridondanze

1. Percentuali utilizzo di un dispositivo

Descrizione: Dati in input un dispositivo ed un mese (un numero da 1 a 12), calcola la percentuale di utilizzo per ogni account. Il risultato è una tabella che ha come attributi nickname e percentuale di utilizzo.

Input: Dispositivo, Mese (deve essere dopo il reset dei registri)

Output: Tabella (nickname, percentuale utilizzo)

Frequenza: 5/gg

Porzione diagramma interessato:

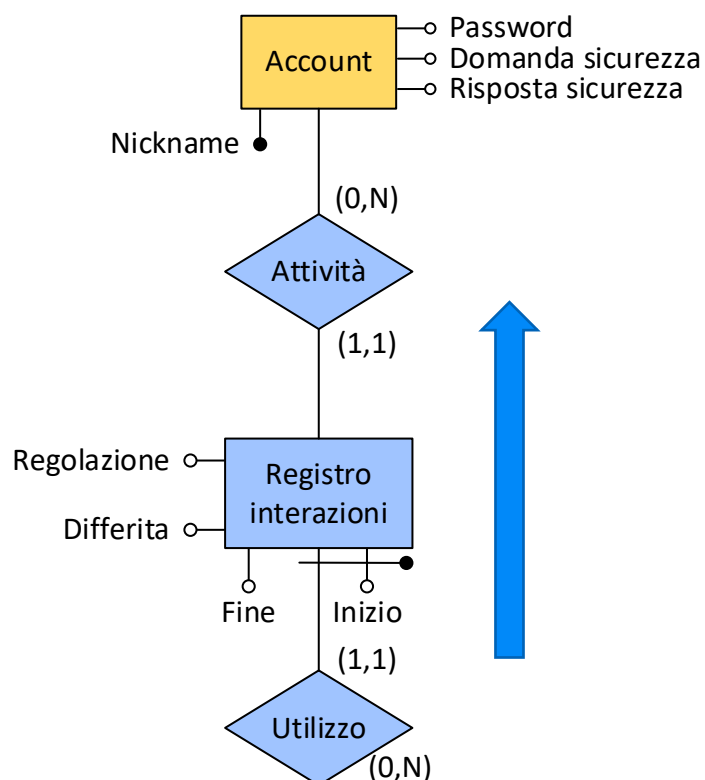


Tavola dei volumi interessata:

Nome	Tipo	Volume
Account	Entità	10
Attività	Relazione	45000
Registro interazioni	Entità	45000
Utilizzo	Relazione	45000
Dispositivo	Entità	50

Tavola degli accessi:

Concetto	Tipo	Accessi	Op	Motivazione
Utilizzo	R	900	L	In media un dispositivo ha 45000:50=900 utilizzi.
Attività	R	900	L	Si legge il nickname di ogni interazione con il dispositivo.

Quindi si hanno $900+900=1800 \times 5=9000$ accessi giornalieri.

2. Energia prodotta usata dai dispositivi, esclusi condizionatori

Descrizione: dati in input un intervallo di mesi, restituisce l'energia prodotta dalle sorgenti rinnovabili che è stata effettivamente usata dai dispositivi. I condizionatori sono esclusi dal conto finale.

Input: Mese inizio, Mese fine (devono essere dopo il reset dei registri)

Output: Energia usata

Frequenza: 1/gg

Porzione diagramma interessato:

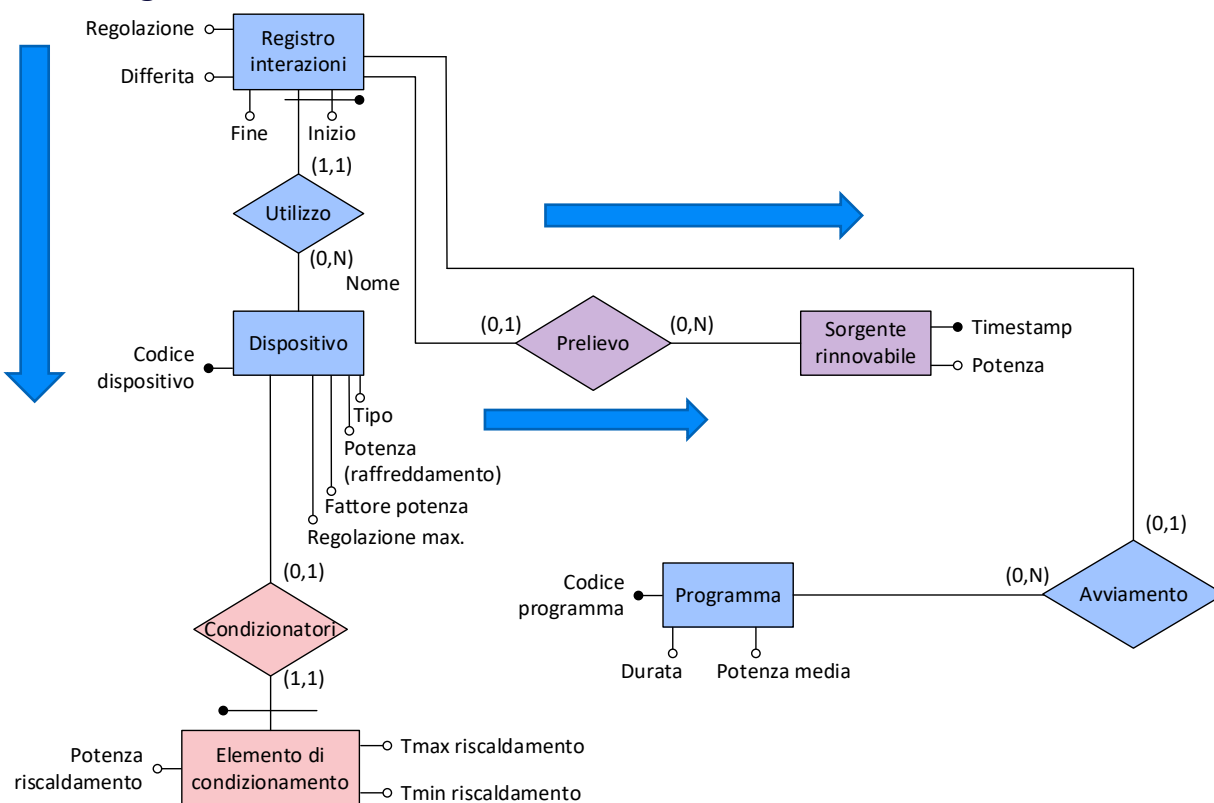


Tavola dei volumi interessata:

Nome	Tipo	Volume
Registro interazioni	Entità	45000
Utilizzo	Relazione	45000
Dispositivo	Relazione	50
Prelievo	Entità	30000

Avviamento	Relazione	4500
Programma	Entità	15
Condizionatori	Relazione	5

Tavola degli accessi:

Concetto	Tipo	Accessi	Op	Motivazione
Registro interazioni	E	45000	L	Si leggono tutte le interazioni, per poi vedere quali sono nel lasso di tempo in input. Si legge regolazione, inizio e fine.
Prelievo	R	15000	L	Nel caso medio si farà l'accesso a metà relazione: $30000:2 = 15000$. Si legge chi preleva.
Avviamento	R	2250	L	Nel caso medio si farà l'accesso a metà relazione: $4500:2 = 2250$. Si legge che interazioni sono di dispositivi programmabili.
Programma	E	15	L	Tutti i programmi vengono utilizzati. Si legge potenza media e durata.
Dispositivo	E	50	L	Si legge potenza o fattore potenza delle interazioni.
Condizionatori	R	5	L	Leggo che dispositivi sono condizionatori per escluderli dal conto finale.

Quindi si hanno $45000+15000+2250+15+50+5= 62320$ accessi giornalieri

Vediamo ora il costo con l'aggiunta della ridondanza **Preleva** in **Registro interazioni**:

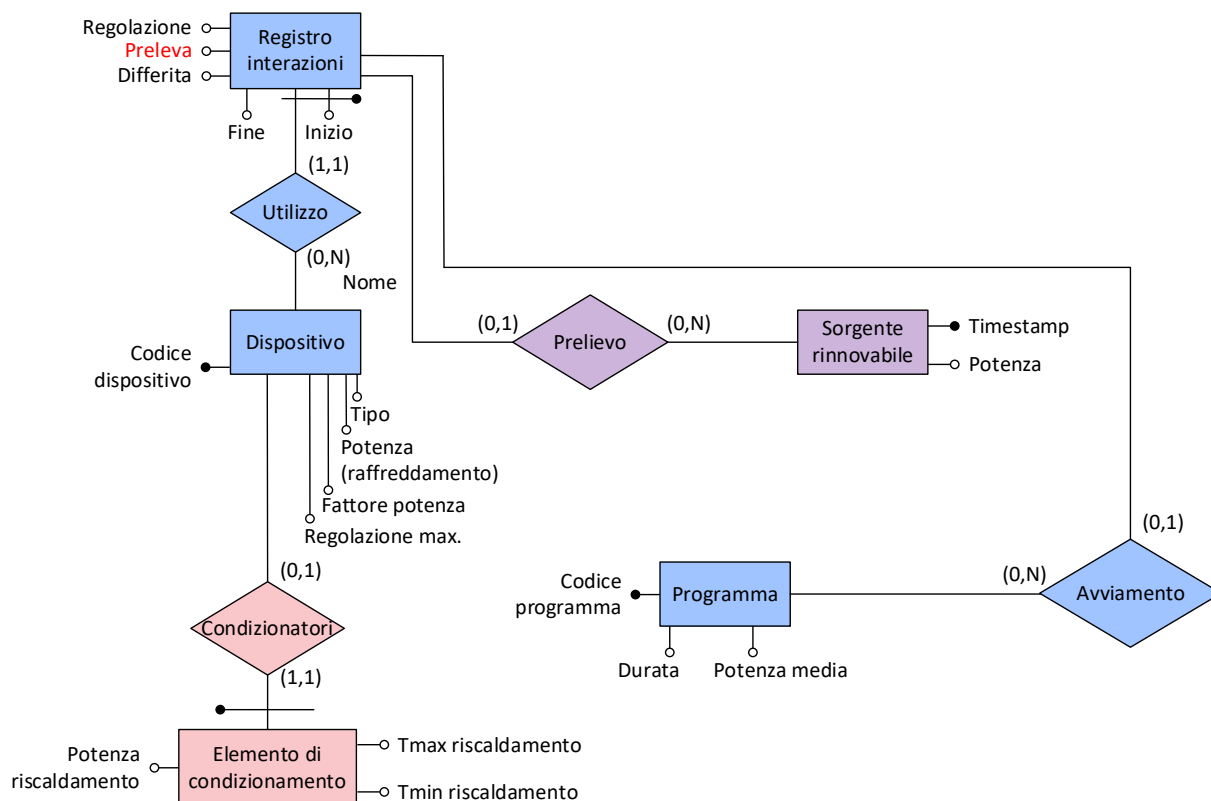


Tavola degli accessi:

Concetto	Tipo	Accessi	Op	Motivazione
Registro interazioni	E	45000	L	Si leggono tutte le interazioni, per poi vedere quali sono nel lasso di tempo in input. Si legge se preleva. Se sì, si prende fine, inizio e regolazione.
Avviamento	R	2250	L	Nel caso medio si farà l'accesso a metà relazione: $4500:2 = 2250$.
Programma	E	15	L	Tutti i programmi vengono utilizzati in due mesi. Si legge potenza media e durata.
Dispositivo	E	50	L	Si legge potenza o fattore potenza delle interazioni, tranne quelle che erano in avviamento e quindi di dispositivi a ciclo non interrompibile, che sono in media il 10% del totale dei dispositivi.
Condizionatori	R	5	L	Leggo che dispositivi sono condizionatori per escluderli dal conto finale.

Si hanno $45000+2250+15+50+5= 47320$ accessi giornalieri

Vediamo il costo per mantenere la ridondanza aggiornata:

Concetto	Tipo	Accessi	Op	Motivazione
Registro interazioni	R	1	S	Quando si aggiunge in prelievo, si mette la ridondanza a sì.

La ridondanza viene aggiornata immediatamente all'aggiunta di un nuovo prelievo. Mediamente si hanno 5 interazioni per dispositivo al giorno, quindi $5 \times 50 = 250$ interazioni giornaliere. Dalla tavola dei volumi si vede che due terzi prelevano, quindi $250 : 3 \times 2 = 167$ circa.

La frequenza di aggiornamento è $2 \times 167 = 334$.

Il **costo totale** è $47315 + 334 = 47649$ accessi, minori dei 62315 iniziali.

Si decide di inserire la ridondanza.

3. Impostare temperatura e umidità in una stanza

Descrizione: Dato un condizionatore, si settano la temperatura e l'umidità con i relativi dati passati in input. Bisogna vedere che dispositivi ci sono nella stanza, dopodiché si vede in elemento di condizionamento qual è un condizionatore. Siamo sicuri che ce ne sia al più uno, perché ogni stanza ne ha al massimo uno. Infine, si fanno tutti gli inserimenti nei relativi registri. Se Inizio è più grande dell'ora corrente, si deve mettere a 'Sì' l'attributo Differita in Registro Interazioni.

Input: Condizionatore, Account, Inizio, Fine, Temperatura, Umidità

Output: Niente

Frequenza: 25/gg, ipotizzando che in media un dispositivo viene impostato 5 volte al giorno, e ci sono in media 5 condizionatori.

Porzione diagramma interessato:



Tavola dei volumi interessata:

Nome	Tipo	Volume
Stanza	Entità	15
Ubicazione	Relazione	50
Dispositivo	Entità	50
Condizionatori	Relazione	5
Elemento di condizionamento	Entità	5
Utilizzo	Relazione	45000
Registro interazioni	Entità	45000
Attività	Relazione	45000
Condizionamento	Relazione	4500
Registro clima	Entità	4500

Tavola degli accessi:

Concetto	Tipo	Accessi	Op	Motivazione
Utilizzo	R	1	S	Si inserisce l'utilizzo del dispositivo.
Registro interazioni	E	1	S	Si aggiunge l'interazione.
Attività	R	1	S	Si inserisce l'attività dell'account.

Condizionamento	R	1	S	Si inserisce il nuovo condizionamento.
Registro clima	E	1	S	Si aggiunge la nuova interazione con un condizionatore.

Quindi si hanno $2+2+2+2+2=10 * 25 = 250$ accessi giornalieri

4. Vedere se un dispositivo è stato usato in maniera ecosostenibile

Descrizione: Dato in input un dispositivo e un mese, controlla se ha prelevato dalle sorgenti rinnovabili almeno il 50% dell'energia che gli è servita. Il dispositivo non può essere un condizionatore.

Input: Dispositivo, Mese

Output: Sì o No

Frequenza: 10/gg

Porzione diagramma interessato:

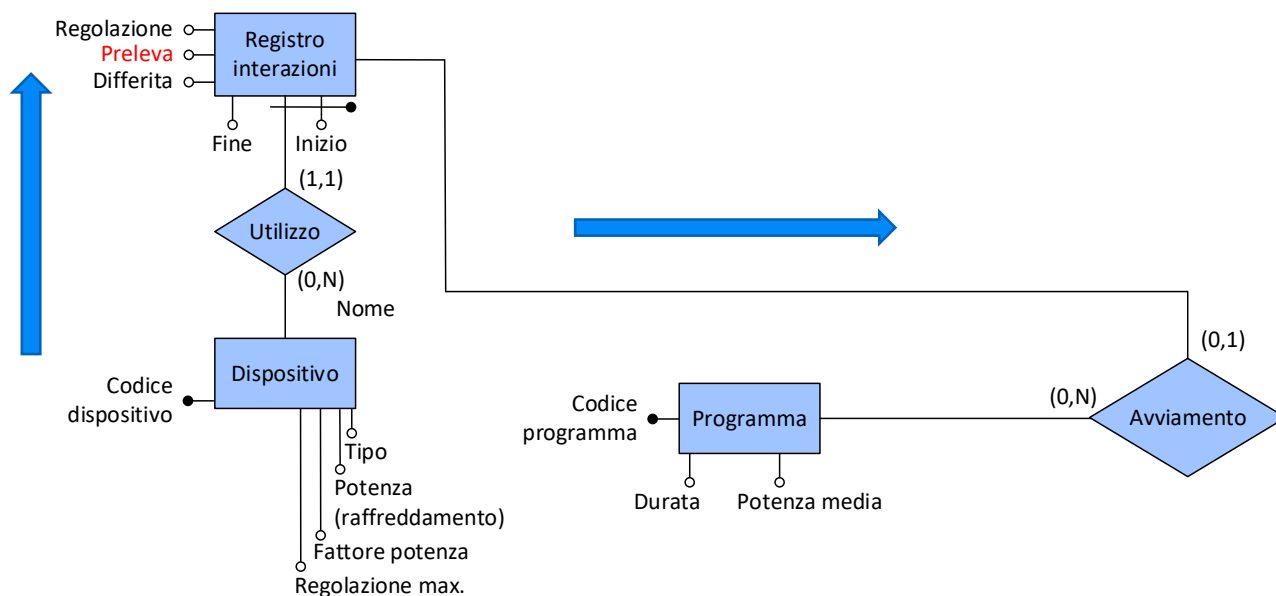


Tavola dei volumi interessata:

Nome	Tipo	Volume
Dispositivo	Entità	50
Utilizzo	Relazione	45000
Registro interazioni	Entità	45000

Avviamento	Relazione	
Programma	Entità	15

Tavola degli accessi:

Concetto	Tipo	Accessi	Op	Motivazione
Dispositivo	E	1	L	Leggo la potenza o il fattore potenza in base al tipo.
Utilizzo	R	900	L	In media un dispositivo viene utilizzato 900 volte.
Registro interazioni	E	900	L	Si leggono le informazioni dell'interazione. Si vede anche se ha prelevato. Se sì, viene aggiunta alla percentuale.
Avviamento	R	1	L	Si guarda il programma associato, se è un dispositivo programmabile.
Programma	R	1	S	Leggo la potenza media del programma.
Condizionatori	R	5	L	Leggo che dispositivi sono condizionatori per escluderli dal conto finale.

Quindi si hanno $1+900*2+1+1+5=1808 * 10 = 18080$ accessi giornalieri

5. Classifica in base al numero di interazioni totali

Descrizione: Calcola una classifica degli account in base al loro numero di interazioni totali. Il primo in classifica è quello con più interazioni.

Input: Niente

Output: Tabella (Nickname, Interazioni, Rank)

Frequenza: 1/gg

Porzione diagramma interessato:

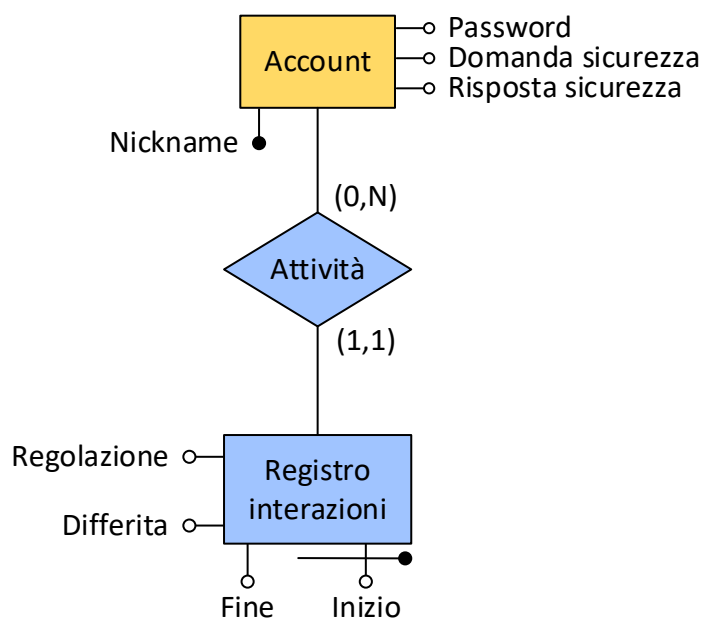


Tavola dei volumi interessata:

Nome	Tipo	Volume
Account	Entità	10
Attività	Relazione	45000
Registro interazioni	Entità	45000

Tavola degli accessi:

Concetto	Tipo	Accessi	Op	Motivazione
Attività	R	45000	L	Si leggono tutte le attività, poi si conta chi le ha fatte per stilare una classifica.

Si hanno 45000 accessi giornalieri

Vediamo ora il costo con l'aggiunta della ridondanza **Num. interazioni** su Account:

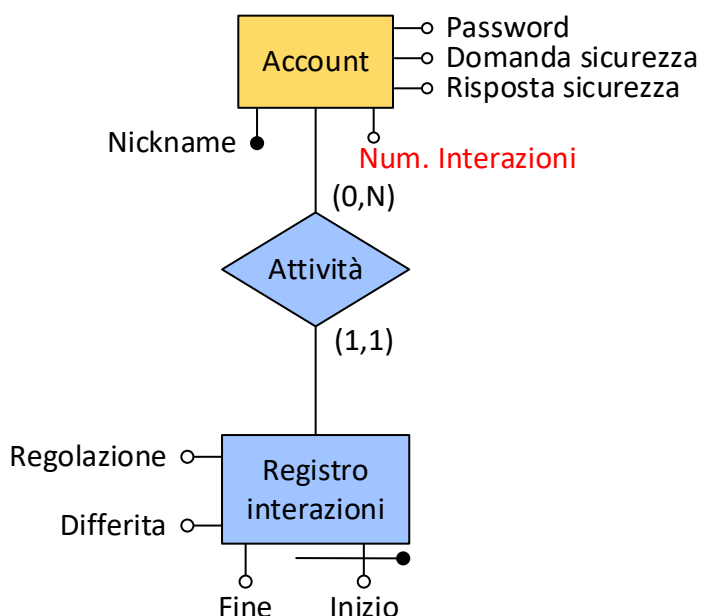


Tavola degli accessi:

Concetto	Tipo	Accessi	Op	Motivazione
Account	R	10	L	Si legge la ridondanza di ogni Account.

Si hanno 10 accessi giornalieri

Vediamo il costo per mantenere la ridondanza aggiornata:

Concetto	Tipo	Accessi	Op	Motivazione
Account	R	1	S	Si aumenta di 1 il numero di interazioni

La ridondanza viene aggiornata immediatamente all'aggiunta di una nuova interazione. Mediamente si hanno 5 interazioni per dispositivo al giorno, quindi $5 \times 50 = 250$ interazioni giornaliere.

La frequenza di aggiornamento è $2 \times 250 = 500$.

Il **costo totale** è $10 + 500 = 510$ accessi, minori dei 45000 iniziali.

Si decide di inserire la ridondanza.

6. Consumo di un condizionatore in un giorno

Descrizione: Dati in input il codice di un condizionatore ed un giorno, restituisce il consumo in kW di quel dispositivo in quella data.

Input: Codice condizionatore, Giorno (deve essere dopo il reset dei registri)

Output: Consumo in kW

Frequenza: 15/gg

Porzione diagramma interessato:

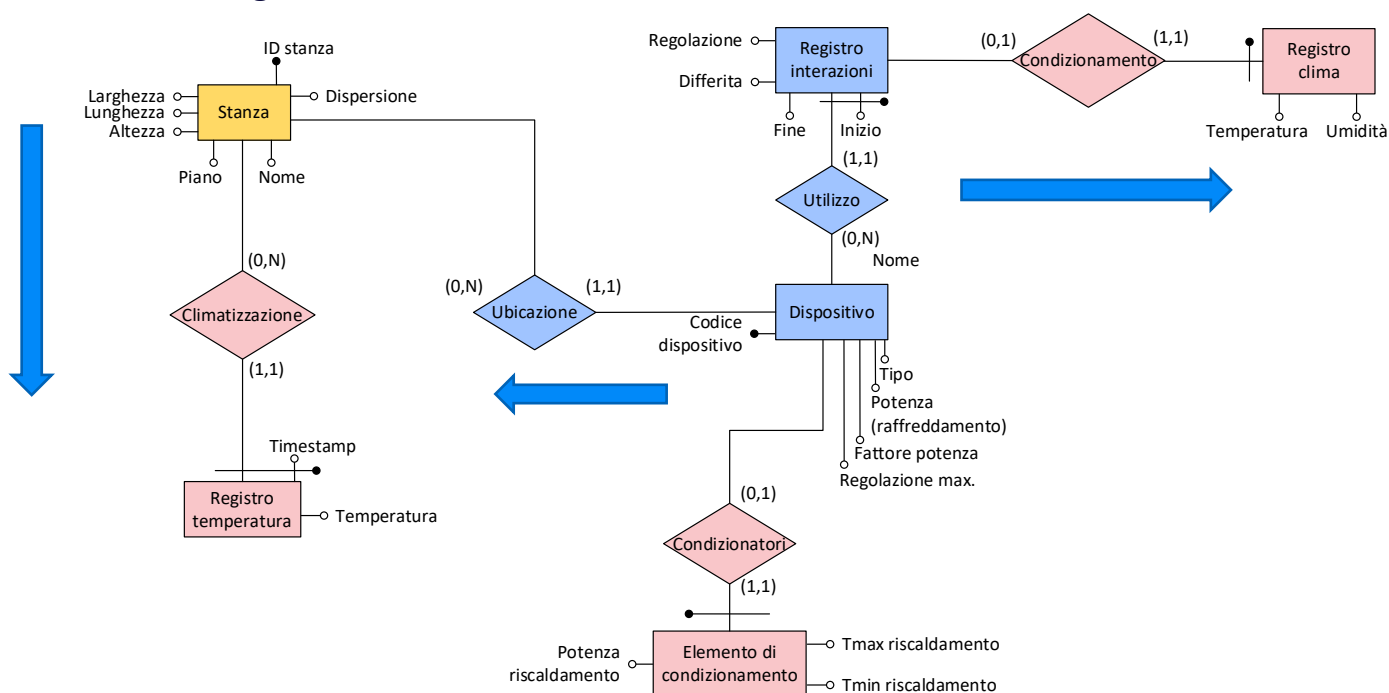


Tavola dei volumi interessata:

Nome	Tipo	Volume
Stanza	Entità	10
Ubicazione	Relazione	50
Dispositivo	Entità	50
Condizionatori	Relazione	5
Elemento di condizionamento	Entità	5
Utilizzo	Relazione	45000
Registro interazioni	Entità	45000
Attività	Relazione	45000
Condizionamento	Relazione	4500
Registro clima	Entità	4500
Climatizzazione	Relazione	86400
Registro temperatura	Entità	86400

Tavola degli accessi:

Concetto	Tipo	Accessi	Op	Motivazione
Registro interazioni	E	900	L	Leggo le interazioni fatte in media dal condizionatore. $45000:50=900$. Mi serve inizio e fine.
Registro clima	E	5	L	Leggo la temperatura impostata delle interazioni di quel giorno, che sono in media 5.
Stanza	E	1	L	Leggo la dispersione e le misure per calcolare la superficie di due pareti; si ipotizza che solo con l'esterno si ha uno scambio di calore apprezzabile.
Climatizzazione	R	8640	L	Servono le temperature della stanza da inizio a fine.
Registro temperatura	E	8640	L	Serve sapere la temperatura interna iniziale e l'ora alla quale è stata raggiunta la temperatura impostata.
Climatizzazione	R	8640	L	Servono le temperature dell'esterno da quando ha raggiunto la temperatura fino alla fine.
Registro temperatura	E	8640	L	Ora si leggono le temperature esterne, per calcolare la dispersione di energia.
Elemento di condizionamento	E	1	L	Leggo la potenza di riscaldamento, il COP e l'EER.
Dispositivo	E	1	L	Leggo la potenza di raffreddamento.

Quindi si hanno $900+5+1+8640*4+1+1=35468 * 15 = 532020$ accessi giornalieri.

Vediamo ora il costo con l'aggiunta delle ridondanze **Temp. Iniziale**, **Arrivo temp.** in **Registro clima**:

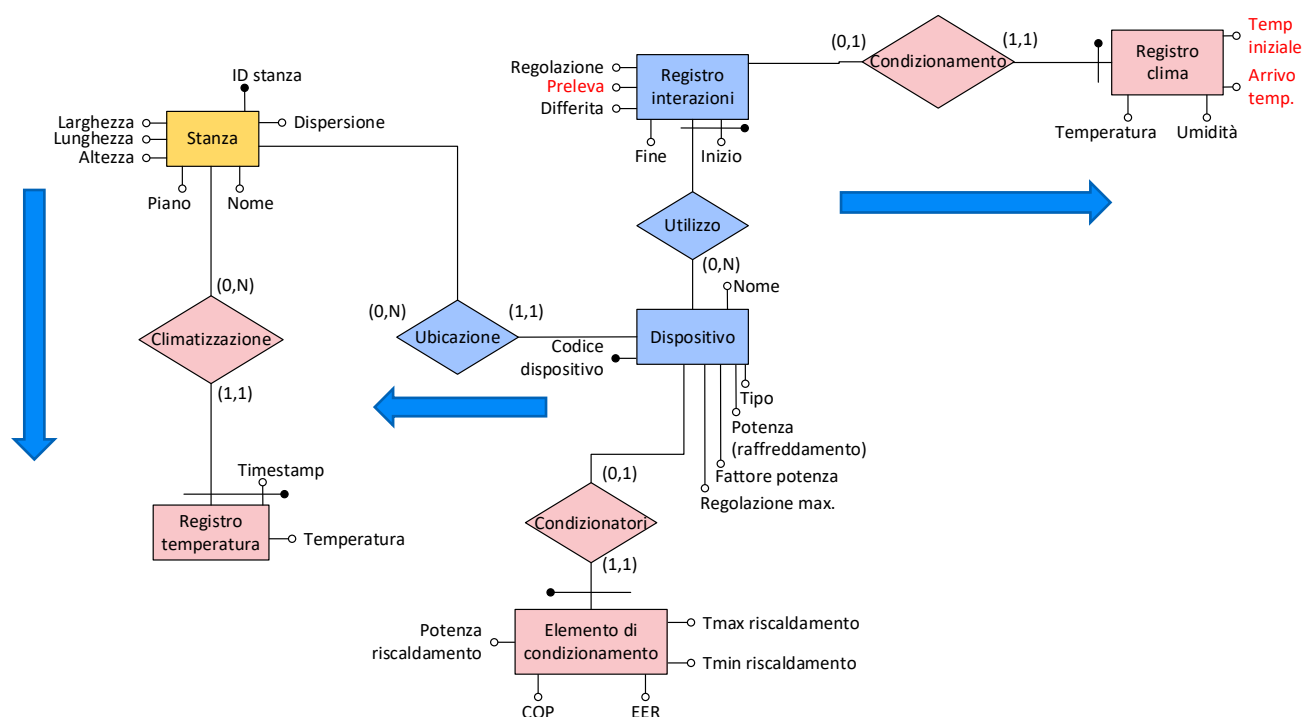


Tavola degli accessi:

Concetto	Tipo	Accessi	Op	Motivazione
Registro interazioni	E	900	L	Leggo le interazioni fatte in media dal condizionatore. $45000:50=900$. Mi serve inizio e fine.
Registro clima	E	5	L	Leggo la temperatura impostata delle interazioni di quel giorno, che sono in media 5.
Stanza	E	1	L	Leggo la dispersione e le misure per calcolare la superficie laterale.
Climatizzazione	R	8640	L	Servono le temperature dell'esterno da quando ha raggiunto la temperatura fino alla fine.
Registro temperatura	E	8640	L	Ora si leggono le temperature esterne, per calcolare la dispersione di energia.
Elemento di condizionamento	E	1	L	Leggo la potenza di riscaldamento, il COP e l'EER.
Dispositivo	E	1	L	Leggo la potenza di raffreddamento.

Si hanno $900+5+1+8640*2+1+1= 18188 * 15 = 272820$ accessi giornalieri

Vediamo il costo per mantenere la ridondanza aggiornata:

Concetto	Tipo	Accessi	Op	Motivazione
Registro clima	E	4500	L	Leggo tutti i record e cerco quelli con inizio del giorno precedente.
Registro interazioni	E	25	L	Leggo le interazioni dei condizionatori. In media ce ne sono 5 che hanno 5 interazioni giornaliere. Leggo inizio e fine.
Climatizzazione	R	43200	L	Servono le temperature delle 5 stanze.
Registro temperatura	E	43200	L	Leggo le temperature da inizio a fine. Leggo la temperatura iniziale e l'ora alla quale si arriva alla temperatura desiderata.
Registro clima	E	25	S	Scrivo le ridondanze in ogni interazione.

Accessi giornalieri = 90975

Le ridondanze vengono aggiornate dopo la mezzanotte per quelle del giorno prima, così da non gravare eccessivamente sul carico applicativo. Si potrebbe anche aggiornare più di rado, per esempio ogni settimana, ma i dati diventerebbero troppo inconsistenti.

Il **costo totale** è $272820 + 90975 = 363795$ accessi, minori dei 532020 iniziali. Si decide di inserire le ridondanze.

7. Avviare un'impostazione predefinita delle luci di una stanza

Descrizione: Dati in input una stanza e un'impostazione predefinita, si vuole impostare tutte le luci di quella determinata stanza con l'intensità e la temperatura di colore dell'impostazione. Se una luce non è regolabile si accende e basta, se la temperatura di colore non è nel range della luce allora verrà impostato il valore più vicino.

Input: IDStanza, Inizio, Fine, Codice impostazione, Account

Output: Niente

Frequenza: 5/gg

Porzione diagramma interessato:

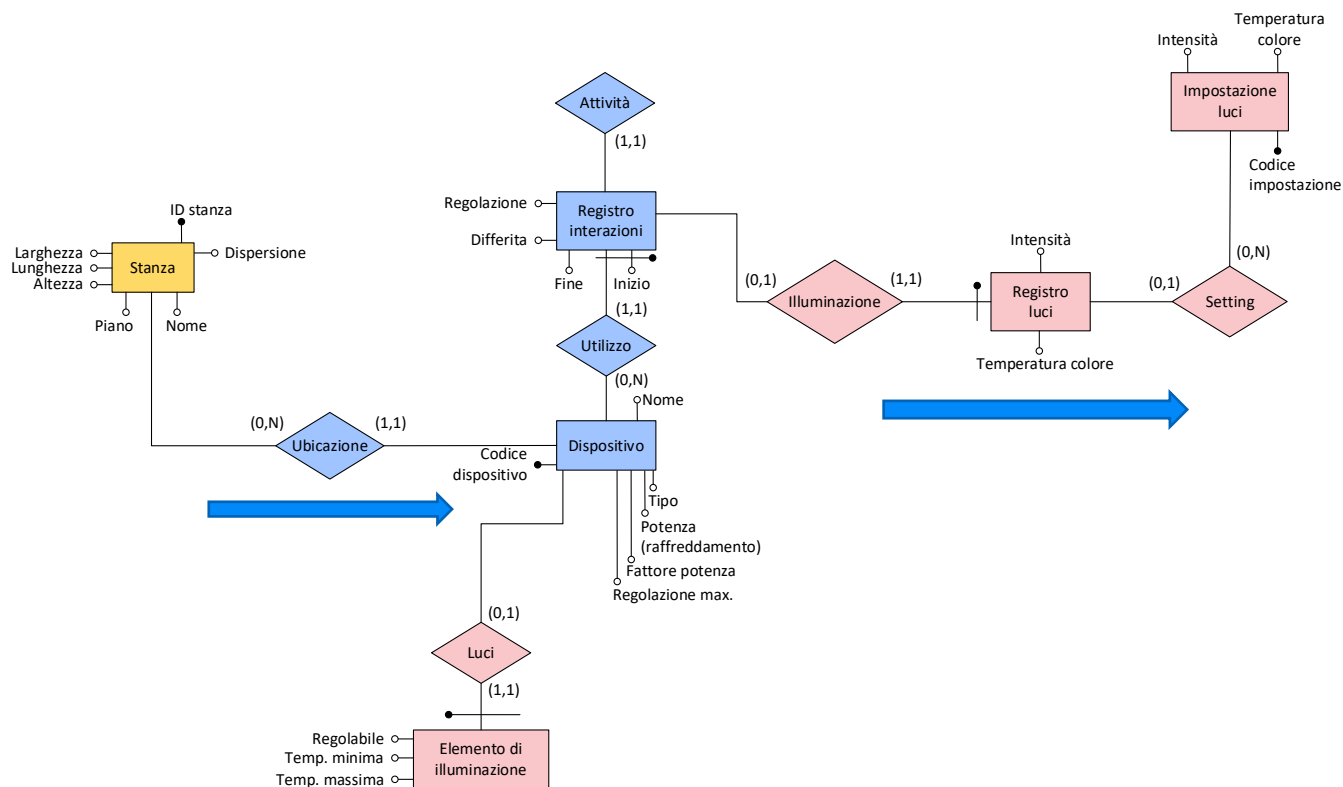


Tavola dei volumi interessata:

Nome	Tipo	Volume
Stanza	Entità	10
Ubicazione	Relazione	50
Dispositivo	Entità	50
Setting	Relazione	5
Impostazione luci	Entità	5
Utilizzo	Relazione	45000
Registro interazioni	Entità	45000
Attività	Relazione	45000
Illuminazione	Relazione	4500
Registro luci	Entità	4500
Luci	Relazione	86400
Elemento di illuminazione	Entità	86400

Tavola degli accessi:

Concetto	Tipo	Accessi	Op	Motivazione
Ubicazione	E	5	L	Leggo i dispositivi che sono in una stanza in media. $50:10=5$.
Elemento di illuminazione	E	2	L	Servono le informazioni delle luci. In media il 40% dei dispositivi sono luci.
Impostazione luci	E	1	L	Leggo le informazioni dell'impostazione scelta.
Utilizzo	R	2	S	Aggiungo gli utilizzi delle luci.
Registro interazioni	E	2	S	Si inseriscono le interazioni.
Attività	R	2	S	Si inseriscono le attività dell'account.
Illuminazione	R	2	S	Si inseriscono le interazioni con le luci.
Registro luci	E	2	S	Aggiungo le interazioni con le luci, con le caratteristiche dell'impostazione.
Setting	R	2	S	Si inseriscono i setting dell'impostazione.

Si hanno $5+2+1+4*6=34 * 5 = 170$ accessi giornalieri.

8. Riepilogo giornaliero produzione sorgenti rinnovabili

Descrizione: Calcola l'energia totale prodotta in quel giorno dalle sorgenti rinnovabili.

Input: Niente

Output: Produzione in kW

Frequenza: 1/gg

Porzione diagramma interessato:

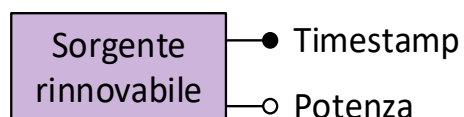


Tavola dei volumi interessata:

Nome	Tipo	Volume
Sorgente rinnovabile	Entità	17280

Tavola degli accessi:

Concetto	Tipo	Accessi	Op	Motivazione
Sorgente rinnovabile	E	17280	L	Prendo tutta l'entità. Guardo i timestamp di quel giorno, ciascuno lo moltiplico per 15 minuti e li sommo tutti.

17280 accessi giornalieri

Traduzione in modello logico

Schema logico

Documento (Numero, Scadenza, Ente, Tipologia)

Utente (CodFiscale, Nome, Cognome, DataNascita, NumTelefono, Documento)

Account (Nickname, Password, DomandaSicurezza, RispostaSicurezza, DataIscrizione, Utente, **NumInterazioni**)

Stanza (IDStanza, Nome, Larghezza*, Lunghezza*, Altezza*, Piano*, Dispersione*)

PuntoAccesso (CodiceAccesso, Tipologia, PuntoCardinale)

Collegamento (CodiceAccesso, IDStanza)

RegistroInterazioni (Inizio, Dispositivo, Account, Fine*, Regolazione*, Differita, **Preleva**)

Dispositivo (CodiceDispositivo, Nome*, Tipo, Potenza*, FattorePotenza*, RegolazioneMax*, Stanza)

Programma (CodiceProgramma, Durata, PotenzaMedia, Dispositivo)

Avviamento (CodiceProgramma, Inizio, Dispositivo)

RegistroTemperatura (Timestamp, Stanza, Temperatura)

ElementoIlluminazione (Dispositivo, Regolabile, TempMinima, TempMassima)

ElementoCondizionamento (Dispositivo, PotRiscaldamento, TminRiscaldamento, TmaxRiscaldamento)

RegistroLuci (Inizio, Dispositivo, TempColore, Intensità)

RegistroClima (Inizio, Dispositivo, Temperatura, Umidità, **TempIniziale**, **ArrivoTemp**)

Ricorrente (Inizio, Dispositivo, CodiceRicorrenza)

Ricorrenza (CodiceRicorrenza, GiornoSettimanale*, GiornoMensile*, Temperatura, Umidità, Attiva)

Setting (Inizio, Dispositivo, CodiceImpostazione)

ImpostazioneLuci (CodiceImpostazione, Intensità, TempColore)

Suggerimento (Timestamp, Dispositivo, Account, Scelta)

Prelievo (Dispositivo, Inizio, Timestamp)

SorgenteRinnovabile (Timestamp, Potenza, FasciaOraria)

UtilizzoEnergia (Timestamp, FasciaOraria)

FasciaOrariaUtente (Inizio, Fine, Uso)

Contratto (Inizio, Fine*, F1, F2, F3, kWMassimi, Utente)

Vincoli di integrità referenziale

Qui sotto sono elencati tutti i vincoli di integrità referenziale. Per ogni riga, nella **prima colonna** si ha l'attributo della relazione, nella **seconda colonna** l'elemento a cui si riferisce. **Formato: Relazione.Attributo1,Attributo2...AttributoN**

Attributo	Riferimento
Account.Utente	Utente.CodFiscale
Avviamento.CodiceProgramma	Programma.CodiceProgramma
Avviamento.Dispositivo,Inizio	RegistroInterazione.Dispositivo,Inizio
Collegamento.CodiceAccesso	PuntoAccesso.CodiceAccesso
Collegamento.IDStanza	Stanza.IDStanza
Contratto.Utente	Utente.CodFiscale
Dispositivo.Stanza	Stanza.IDStanza
ElementoCondizionamento.Dispositivo	Dispositivo.CodiceDispositivo
ElementoIlluminazione.Dispositivo	Dispositivo.CodiceDispositivo
Prelievo.Dispositivo, Inizio	RegistroInterazioni.Dispositivo,Inizio
Prelievo.Timestamp	SorgenteRinnovabile.Timestamp
Programma.Dispositivo	Dispositivo.CodiceDispositivo

RegistroClima.Dispositivo,Inizio	RegistroInterazioni.Dispositivo,Inizio
RegistroInterazioni.Account	Account.Nickname
RegistroInterazioni.Dispositivo	Dispositivo.CodiceDispositivo
RegistroLuci.Dispositivo	Dispositivo.CodiceDispositivo
RegistroLuci.Dispositivo,Inizio	RegistroInterazioni.Dispositivo,Inizio
RegistroLuci.Inizio	RegistroInterazioni.Inizio
RegistroTemperatura.Stanza	Stanza.IDStanza
Ricorrente.CodiceRicorrenza	Ricorrenza.CodiceRicorrenza
Ricorrente.Dispositivo,Inizio	RegistroClima.Dispositivo,Inizio
Setting.CodiceImpostazione	ImpostazioneLuci.CodiceImpostazione
Setting.Dispositivo,Inizio	RegistroLuci.Dispositivo,Inizio
SorgenteRinnovabile.FasciaOraria	FasciaOrariaUtente.Inizio
Suggerimento.Account	Account.Nickname
Suggerimento.Dispositivo	Dispositivo.CodiceDispositivo
Utente.Documento	Documento.Numero

Vincoli di integrità generici

In questo paragrafo vengono elencati i vincoli di integrità generici.

- 1. In ElementoCondizionamento TminRiscaldamento è minore di TmaxRiscaldamento**
- 2. In ElementoIlluminazione TempMinima è minore o uguale a TempMassima**
- 3. In RegistroInterazioni, riguardo lo stesso dispositivo, Fine deve essere uguale o maggiore a Inizio dell'utilizzo precedente**
- 4. In FasciaOrariaUtente, Fine deve essere uguale o maggiore a Inizio della fascia precedente**

5. In Avviamento, ci possono essere solo interazioni con dispositivi programmabili
6. In FasciaOrariaUtente Inizio è compreso tra 0 e 23, Fine tra 1 e 24
7. In tutte le relazioni contenenti inizio e fine, Inizio è minore di Fine
8. L'attributo Intensità di RegistroLuci può essere compreso tra 1 e 100
9. L'attributo Intensità in RegistroLuci è uguale a 100 se quel dispositivo ha Regolabile = No
10. L'attributo TempColore di RegistroLuci è compreso tra TempMinima e TempMassima di ElementoIlluminazione
11. L'attributo Tipo di dispositivo può essere: Fisso, Variabile, ACiclo
12. L'attributo Umidità di RegistroClima è un numero compreso tra 0 e 100
13. Se siamo in riscaldamento, cioè la temperatura impostata è maggiore dell'attuale temperatura, la temperatura esterna deve essere compresa tra TminRiscaldamento e TmaxRiscaldamento
14. Se un'impostazione clima ha un giorno mensile come ricorrenza, se viene aggiunto un giorno settimanale che va in conflitto, quest'ultimo ha precedenza
15. Tutte le dimensioni sono positive
16. Tutte le potenze sono positive
17. Tutti i booleani possono assumere come valore 'Si' o 'No'
18. Un elemento di condizionamento può essere solo un dispositivo di tipo fisso
19. Un elemento di illuminazione può essere solo un dispositivo di tipo fisso
20. L'attributo Password di Account deve essere lunga minimo 8
21. Gli attributi dispersione e altezza sono null se la stanza è un terrazzo o simili.
22. In RegistroClima ci possono essere solo elementi di condizionamento.
23. In RegistroLuci ci possono essere solo elementi di illuminazione.
24. In Programma il dispositivo è solo di tipo 'ACiclo'
25. In Contratto, Fine deve essere uguale ad Inizio del contratto precedente.
26. In FasciaOrariaUtente, se non è specificato niente per quell'ora, l'energia viene usata di default

Normalizzazione

In questo capitolo verranno prese in esame le tabelle una alla volta, per ognuna saranno specificate le **dipendenze funzionali** e verrà verificata la **forma normale BCNF**. Qualora non fosse rispettata, verrà applicato l'algoritmo di normalizzazione. Tuttavia, fin dalla progettazione concettuale, abbiamo applicato la teoria della normalizzazione al fine di semplificare questa fase di progetto.

Analisi dipendenze funzionali e normalizzazione BCNF

Documento (Numero, Tipologia, Scadenza, Ente)

Dipendenze vere:

Numero → Tipologia, Scadenza, Ente

Dipendenze non vere:

Numero, Tipologia → Scadenza, Ente

Anche per documenti di tipo diverso il numero è univoco, quindi tipologia dipende da numero.

Già in forma BCNF

Utente (CodFiscale, Nome, Cognome, DataNascita, NumTelefono, Documento)

Dipendenze vere:

CodFiscale → Nome, Cognome, DataNascita, NumTelefono, Documento

Dipendenze non vere:

Nome, Cognome → DataNascita, NumTelefono, Documento

Ci possono essere anche degli omonimi.

Già in forma BCNF

Account (Nickname, Password, DomandaSicurezza, RispostaSicurezza, DataIscrizione, Utente)

Dipendenze vere:

Nickname → Password, DomandaSicurezza, RispostaSicurezza, DataIscrizione, Utente

Già in forma BCNF

Stanza (IDStanza, Nome, Larghezza*, Lunghezza*, Altezza*, Piano*, Dispersione*)

Dipendenze vere:

IDStanza → Nome, Larghezza, Lunghezza, Altezza, Piano, Dispersione

Dipendenze non vere:

Nome → Larghezza, Lunghezza, Altezza, Piano, Dispersione

Nome non è un identificatore, serve solo a capire cosa sia una stanza, quindi più stanze possono avere lo stesso nome.

Già in forma BCNF

PuntoAccesso (CodiceAccesso, Tipologia, PuntoCardinale)

Dipendenze vere:

CodiceAccesso → Tipologia, PuntoCardinale

Già in forma BCNF

Collegamento (CodiceAccesso, IDStanza)

Già in forma BCNF

RegistroInterazioni (Inizio, Dispositivo, Account, Fine*, Regolazione*, Differita)

Dipendenze vere:

Inizio, Dispositivo → Account, Fine, Regolazione, Programma, Differita

Dipendenze non vere:

Inizio, Dispositivo, Account → Fine, Regolazione, Programma, Differita

Visto che un dispositivo non può essere usato da più persone contemporaneamente, account dipende da dispositivo e inizio.

Già in forma BCNF

Dispositivo (CodiceDispositivo, Nome, Tipo, Potenza*, FattorePotenza*, RegolazioneMax*, Stanza)

Dipendenze vere:

CodiceDispositivo → Nome, Tipo, Potenza, FattorePotenza, RegolazioneMax, Stanza

Dipendenze non vere:

Nome → Tipo, Potenza, FattorePotenza, RegolazioneMax, Stanza

Più dispositivi possono avere lo stesso nome.

Già in forma BCNF

Programma (CodiceProgramma, Durata, PotenzaMedia, Dispositivo)

CodiceProgramma → Durata, PotenzaMedia, Dispositivo

Già in forma BCNF

Avviamento (CodiceProgramma, Dispositivo, Inizio)

Già in forma BCNF

RegistroTemperatura (Timestamp, Stanza, Temperatura)

Timestamp, Stanza → Temperatura

Già in forma BCNF

ElementoIlluminazione (Dispositivo, Regolabile, TempMinima, TempMassima)

Dispositivo → Regolabile, TempMinima, TempMassima

Già in forma BCNF

ElementoCondizionamento (Dispositivo, PotenzaRiscaldamento, TmaxRiscaldamento, TminRiscaldamento, EER, COP)

Dispositivo → PotenzaRiscaldamento, TmaxRiscaldamento, TminRiscaldamento, EER, COP

Già in forma BCNF

RegistroLuci (Inizio, Dispositivo, TempColore, Intensità)

Inizio, Dispositivo → TempColore, Intensità

Già in forma BCNF

RegistroClima (Inizio, Dispositivo, Temperatura, Umidità, TempIniziale, ArrivoTemp)

Inizio, Dispositivo → Temperatura, Umidità, TempIniziale, ArrivoTemp

Già in forma BCNF

Ricorrente (Inizio, Dispositivo, CodiceRicorrenza)

Già in forma BCNF

Ricorrenza (CodiceRicorrenza, GiornoSettimanale*, GiornoMensile*, Temperatura, Umidità)

CodiceRicorrenza → GiornoSettimanale, GiornoMensile, Temperatura, Umidità

Già in forma BCNF

Setting (Inizio, Dispositivo, CodiceImpostazione)

Già in forma BCNF

ImpostazioneLuci (CodiceImpostazione, TempColore, Intensità)

CodiceImpostazione → TempColore, Intensità

Già in forma BCNF

Suggerimento (Timestamp, Dispositivo, Account, Scelta)

Dipendenze vere:

Timestamp, Dispositivo → Account, Scelta

Dipendenze non vere:

Timestamp, Dispositivo, Account → Scelta

Account dipende da timestamp e dispositivo, perché un suggerimento viene mandato ad una sola persona.

Già in forma BCNF

Prelievo (Dispositivo, Inizio, Timestamp)

Già in forma BCNF

SorgenteRinnovabile (Timestamp, Potenza)

Timestamp → Potenza

Già in forma BCNF

UtilizzoEnergia (Timestamp, FasciaOraria)

Già in forma BCNF

FasciaOrariaUtente (Inizio, Fine, Uso)

Dipendenze vere:

Inizio → Fine, Uso

Dipendenze non vere:

Inizio, Fine → Uso

Dato un inizio, esiste solo una fine, quindi fine dipende da inizio.

Già in forma BCNF

Contratto (Inizio, Fine*, F1, F2, F3, kWMassimi, Utente)

Inizio → Fine, F1, F2, F3, kWMassimi, Utente)

Già in forma BCNF

Implementazione su DBMS

In questo capitolo si vuole dare una breve spiegazione di come sono stati divisi gli script MySQL in diversi file. I file principali sono 3:

1. **smart_home.sql**: contiene la creazione del database e delle tabelle, con i vincoli di integrità referenziale e i più semplici vincoli di dominio implementati tramite la clausola CHECK. In fondo sono presenti anche i vincoli di integrità aggiuntivi.
2. **Operazioni.sql**: contiene le 8 operazioni, inclusi gli aggiornamenti delle ridondanze. Sono presenti anche le funzionalità di back-end richieste nella traccia del progetto.
3. **Popolamento.sql**: contiene lo script per popolare il database, rendendo possibile provare le operazioni. Abbiamo cercato di scrivere dati il più possibile vicini alla realtà, anche se in quantità ridotta.

I file vanno eseguiti **in questo ordine**.

Qualche tabella non è stata popolata, dato che le queries richiederebbero molto tempo per essere eseguite e non sono rilevanti per provare le operazioni implementate. Se si trovano dei trigger commentati, è stato per velocizzare il popolamento, che altrimenti avrebbe richiesto diversi minuti. Il file Popolamento.sql potrebbe richiedere qualche minuto.

Piccola nota conclusiva, tutte le operazioni che hanno a che fare con le date andrebbero provate solo con il mese di ottobre 2021, visto che è l'unico popolato.

Analisi abitudini degli utenti tramite Association Rule Learning

In questo capitolo verrà spiegata l'implementazione dell'algoritmo Apriori, utilizzato per trovare le regole associative forti tra i **dispositivi**.

Individuazione di items e transazioni

L'insieme degli **items** è la tabella dei dispositivi, mentre le transazioni sono state individuate nel seguente modo:

Per ogni interazione eseguita, si considerano le interazioni eseguite dallo stesso account nell'intervallo di tempo $[RI.Inizio - span, RI.Inizio + span]$. Span è una variabile in minuti, che ha come valore di default 20 minuti.

La transazione è l'insieme dei dispositivi utilizzati in queste interazioni.

Si scartano immediatamente le transazioni con un solo elemento, visto che non potranno creare nessuna regola associativa forte.

Si otterrà una tabella di transazioni come questa:

--TODO: foto tabella

Algoritmo Apriori

Come prima cosa si crea una tabella di aiuto chiamata **Items**, la quale è composta dalle coppie $\{ID, Item[i]\}$, dove ID è l'ID della transazione e Item[i] è l'i-esimo item che compone la transazione. Servirà per calcolare la

L'algoritmo trova inizialmente l'insieme C_1 degli 1-itemset candidati, dal quale si ricava l'insieme di partenza L_1 dei large-itemset. Successivamente, si hanno i 3 passi iterativi fino a quando non si trova un insieme L_k vuoto, oppure si raggiunge la variabile massima data in input alla stored procedure. I 3 passi sono:

1. **Passo di Join:** viene generato C_k dall'insieme L_{k-1}
2. **Calcolo supporto** di ogni itemset in C_k
3. **Passo di Pruning:** viene generato L_k con i large-itemset trovati

Per **trovare** 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 $\{1, 2, 3\}$ con $\{2, 3, 4\}$ si ottiene $\{1, 2, 3, 4\}$.

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

Item1	Item2	Item3	Support
1	6	9	0.02
1	9	11	0.3
1	9	14	0.001
1	9	17	0.0035
3	4	7	0.4
3	4	17	0.1

Esempio con la tabella C_3

Nel **passo di pruning**, dopo aver eliminato tutti gli itemset non large, si dà a quelli rimasti un ID univoco. Questo serve per semplificare il prossimo passo di join, nel quale basterà joinare usando la clausola **ON a.ID < b.ID**.

Item1	Item2	Item3	ID
1	9	11	1
3	4	7	2
3	4	17	3

Esempio con la tabella L_3 , supporto minimo 0.1

Generazione regole forti

Per generare le regole associative forti, si usa la funzione **getRules(int i)** con i che va da 2 a $k-1$, dove k è il numero di iterazioni fatte. La funzione partiziona ogni large-itemset della tabella L_i in **tutti i possibili** due sottoinsiemi disgiunti. Si è cercato anche di ottimizzare il più possibili i cicli, interrompendo i cicli nel momento più adatto attraverso uno studio approfondito degli indici.

Successivamente, si calcola il supporto dell'insieme X , dell'insieme Y e del large-itemset in questione, joinando con l'opportuna tabella C_j . Ad esempio, se X è di dimensione due si cercherà il suo supporto nella tabella C_2 . Inoltre siamo sicuri che esisterà quel supporto in quella tabella, visto che L_i è composta dai join delle tabelle precedenti.

Utilizzando i supporti calcolati, si calcola la confidenza di $X \rightarrow Y$ e di $Y \rightarrow X$ e si inseriscono nella tabella **Rules(X, Y, Confidence)**. Infine, si eliminano tutte le regole con confidenza minore di quella minima prestabilita.

X	Y	Confidence
12,5	6	1
13,5	8	0.8
15,5	6	0.9
17,5	4,10	1
2	1	0.95

Esempio con confidenza minima 0.8

Nota finale:

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 interazioni popolato automaticamente bisogna mettere il supporto minimo all'1% e la confidenza minima all'80%.

Si noterà che le regole forti comprendono quasi tutte i dispositivi 5 e 6. Questo è causato dal fatto che sono due luci della stessa stanza(il bagno) e le luci vengono popolate con la stored procedure AvvioImpostazioniLuciStanza, quindi i due dispositivi verranno sempre utilizzati insieme.