

# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SASSARI

Progetto di fine corso:

## **PRESENTAZIONE DELLA BASE DATI "OwlBreak"**



Studente:  
Daniele Picciau  
Monica Manai

Matricola:  
50056771  
50057077

ANNO ACCADEMICO 2024-2025

<b>1</b>	<b>Analisi dei requisiti</b>	<b>2</b>
1.1	Descrizione del sistema informativo . . . . .	2
1.2	Glossario dei termini . . . . .	3
1.3	Elenco delle operazioni . . . . .	3
1.3.1	Operazioni di inserimento . . . . .	3
1.3.2	Operazioni di modifica . . . . .	4
1.3.3	Operazioni di eliminazione . . . . .	4
1.3.4	Operazioni di conferma e aggiornamento . . . . .	4
1.3.5	Operazioni di visualizzazione . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Modellazione concettuale</b>	<b>5</b>
2.1	Schema E-R . . . . .	5
2.2	Descrizione dei vincoli . . . . .	5
2.2.1	Cardinalità . . . . .	5
2.2.2	Regole di vincolo non esprimibili nello schema . . . . .	6
2.2.3	Regole di derivazione . . . . .	6
<b>3</b>	<b>Modellazione logica</b>	<b>7</b>
3.1	Ristrutturazione dello schema E-R . . . . .	7
3.1.1	Eliminazione delle generalizzazioni . . . . .	7
3.2	Tavola dei volumi . . . . .	8
3.2.1	Volume delle associazioni . . . . .	8
3.3	Tavole delle operazioni . . . . .	9
3.4	Traduzione nel modello relazionale . . . . .	10
3.4.1	Vincoli di integrità referenziale . . . . .	10
3.4.2	Modello relazionale . . . . .	11
<b>4</b>	<b>Normalizzazione</b>	<b>12</b>
4.1	Tecniche di normalizzazione . . . . .	12
<b>5</b>	<b>Conclusioni</b>	<b>15</b>

# 1 Analisi dei requisiti

## 1.1 Descrizione del sistema informativo

Si vuole realizzare una base dati per la gestione del bar di una scuola secondaria (di primo o secondo grado) per il quale si vogliono rappresentare:

- I *Clienti*, che siano essi studenti o personale scolastico, i quali possono effettuare *Ordini* verso gli *Operatori* del bar;
- Gli *Ordini* effettuati dai *Clienti*;
- I *Prodotti* disponibili per essere ordinati dai *Clienti*;
- Gli *Ingredienti* necessari per la composizione di un *Prodotto*;
- Gli *Operatori* del bar, i quali si occuperanno di gestire gli ordini dei *Clienti* e di effettuare a loro volta delle richieste di *Rifornimento*
- I *Rifornimenti* richiesti dagli *Operatori* per l'acquisto degli *Ingredienti*;
- I *Fornitori* che possono visionare le richieste di *Rifornimento* degli *Operatori*.

Per i *Clienti*, identificati dall'email istituzionale, si vuole memorizzare il nome e il cognome e password. Nel caso in cui il cliente sia uno *Studente*, il sistema registrerà anche la classe di appartenenza. Se, invece, il cliente appartiene al *Personale scolastico*, verranno archiviati ulteriori dettagli, tra cui il ruolo ricoperto all'interno dell'istituto e il luogo di consegna predefinito degli ordini. Questa distinzione si rende necessaria poiché i membri del personale scolastico, non avendo una postazione fissa all'interno della scuola, devono poter specificare un punto di consegna per ricevere gli ordini in modo più efficiente.

Inoltre, tra i ruoli del personale scolastico, gli unici utenti con privilegi amministrativi aggiuntivi sono gli "*addetti alla segreteria*", che hanno la facoltà di creare, eliminare e modificare gli account dei clienti, siano essi studenti o membri del personale scolastico.

Gli *Ordini* sono identificati dall'email istituzionale del cliente che ha effettuato l'ordine, dal nome del prodotto ordinato, dalla data e dall'ora in cui l'ordine è stato effettuato. Inoltre si vuole memorizzare l'avvenuta consegna dell'ordine da parte degli operatori.

Per i *Prodotti*, identificati dal loro nome, si vuole memorizzare il prezzo e un indicatore di disponibilità. Quest'ultimo segnala se almeno uno degli ingredienti necessari alla preparazione del prodotto non è più disponibile, rendendolo temporaneamente non vendibile.

Per gli *Ingredienti*, identificati dal loro nome, si vuole memorizzare una quantità, che indica il numero di unità disponibili, e l'elenco degli allergeni eventualmente contenuti.

Per gli *Operatori*, identificati da un codice ID, si vuole memorizzare la propria email, la password, il nome, il cognome e il ruolo ricoperto all'interno del bar.

Esistono diversi ruoli, ognuno con privilegi specifici, ma tutti gli operatori hanno la possibilità di visualizzare gli ordini effettuati dai clienti:

- *Titolare*: è l'unico operatore con la facoltà di aggiungere ed eliminare i dipendenti, oltre a disporre di tutti i permessi riservati agli altri ruoli;
- *Addetti alle consegne*: oltre al titolare, sono gli unici operatori autorizzati a confermare l'avvenuta consegna di un ordine;
- *Addetti alle vendite*: oltre al titolare, sono gli unici operatori abilitati a effettuare e visualizzare le richieste di rifornimento verso i fornitori, nonché a confermarne l'avvenuta consegna.

Sono anche responsabili della vendita al bancone e della preparazione degli ordini.

Per i *Rifornimenti*, identificati da un codice ID, si vuole memorizzare l'ingrediente richiesto, la quantità ordinata, la data e l'ora dell'ordine, nonché l'avvenuta consegna da parte dei fornitori.

Per i *Fornitori*, identificati da un codice ID, si vuole memorizzare il nome dell'azienda fornitrice, il nome del titolare, un indirizzo email di riferimento per eventuali comunicazioni o risoluzione di problematiche e la password.

## 1.2 Glossario dei termini

Termine	Descrizione	Sinonimi	Collegamenti
Cliente	Utente con la sola possibilità di effettuare e visualizzare gli ordini. Può essere uno studente o un membro del personale scolastico.	Acquirente	Ordine
Ordine	Contiene le caratteristiche dell'ordine effettuato dal Cliente.	Richiesta	Prodotto, Operatore, Cliente
Prodotto	Indica un elemento disponibile o non per l'ordinazione.	Articolo	Ingrediente, Ordine
Ingrediente	Materia prima utilizzata per la preparazione dei Prodotti.	Componente	Prodotto
Operatore	Utente autorizzato alla gestione degli ordini e della vendita. Può effettuare richieste di rifornimento.	Addetto, Venditore	Ordine, Rifornimento
Rifornimento	Richiesta di approvvigionamento di Ingredienti ai Fornitori.	Fornitura	Fornitore, Operatore
Fornitore	Utente responsabile della fornitura di Ingredienti al sistema, autorizzato alla visualizzazione delle richieste di rifornimento effettuate dagli operatori.	Azienda, Grossista	Rifornimento, Ingrediente

Table 1: Descrizione dei termini utilizzati nel sistema

## 1.3 Elenco delle operazioni

### 1.3.1 Operazioni di inserimento

**Op.1** Inserimento di un nuovo cliente nel sistema;

**Op.2** Inserimento di un nuovo operatore nel sistema;

**Op.3** Inserimento di una nuova richiesta di rifornimento da parte di un operatore verso un fornitore;

**Op.4** Inserimento di un nuovo ordine da parte di un cliente (implica la rimozione della quantità corrispondente di ingredienti dal sistema).

### **1.3.2 Operazioni di modifica**

- Op.1** Modifica dei dati di un cliente;
- Op.2** Modifica dei dati di un operatore;
- Op.3** Modifica dei dati di un fornitore;
- Op.4** Modifica di una richiesta di rifornimento da parte di un operatore verso un fornitore.

### **1.3.3 Operazioni di eliminazione**

- Op.1** Eliminazione di un cliente dal sistema;
- Op.2** Eliminazione di un operatore dal sistema;
- Op.3** Eliminazione di un ordine da parte di un cliente (implica la riaggiunta della quantità corrispondente di ingredienti nel sistema);
- Op.4** Eliminazione di una richiesta di rifornimento da parte di un operatore verso un fornitore.

### **1.3.4 Operazioni di conferma e aggiornamento**

- Op.1** Conferma della consegna di un ordine da parte di un operatore;
- Op.2** Conferma della consegna di un rifornimento da parte di un fornitore (implica l'aggiornamento delle scorte di ingredienti, con eventuale inserimento di nuovi ingredienti se necessario).

### **1.3.5 Operazioni di visualizzazione**

- Op.1** Visualizzazione degli ordini giornalieri di un singolo cliente;
- Op.2** Visualizzazione della cronologia ordini di un singolo cliente;
- Op.3** Visualizzazione del prezzo totale di un ordine da parte di un cliente;
- Op.4** Visualizzazione dei prodotti disponibili ad essere ordinati.
- Op.5** Visualizzazione, per gli operatori, degli ordini giornalieri suddivisi per luogo di consegna;
- Op.6** Visualizzazione dei dati relativi ai fornitori da parte degli operatori;
- Op.7** Visualizzazione delle richieste di rifornimento da parte degli operatori, raggruppate per fornitore;
- Op.8** Visualizzazione delle richieste di rifornimento da parte dei fornitori, limitata alle richieste a loro indirizzate.

## 2 Modellazione concettuale

La modellazione concettuale rappresenta un passaggio fondamentale nella progettazione del sistema, in quanto consente di definire in modo chiaro e strutturato le entità coinvolte e le relazioni tra di esse.

Attraverso l'uso del modello Entità-Relazione (E-R), è possibile ottenere una rappresentazione visiva e formale della logica del database, facilitando l'analisi e la comprensione del dominio applicativo. In questa parte verrà illustrato lo schema E-R del sistema, mettendo in evidenza le principali entità e relazioni. Successivamente, verranno descritte le cardinalità e i vincoli che regolano il funzionamento del sistema in esame.

### 2.1 Schema E-R

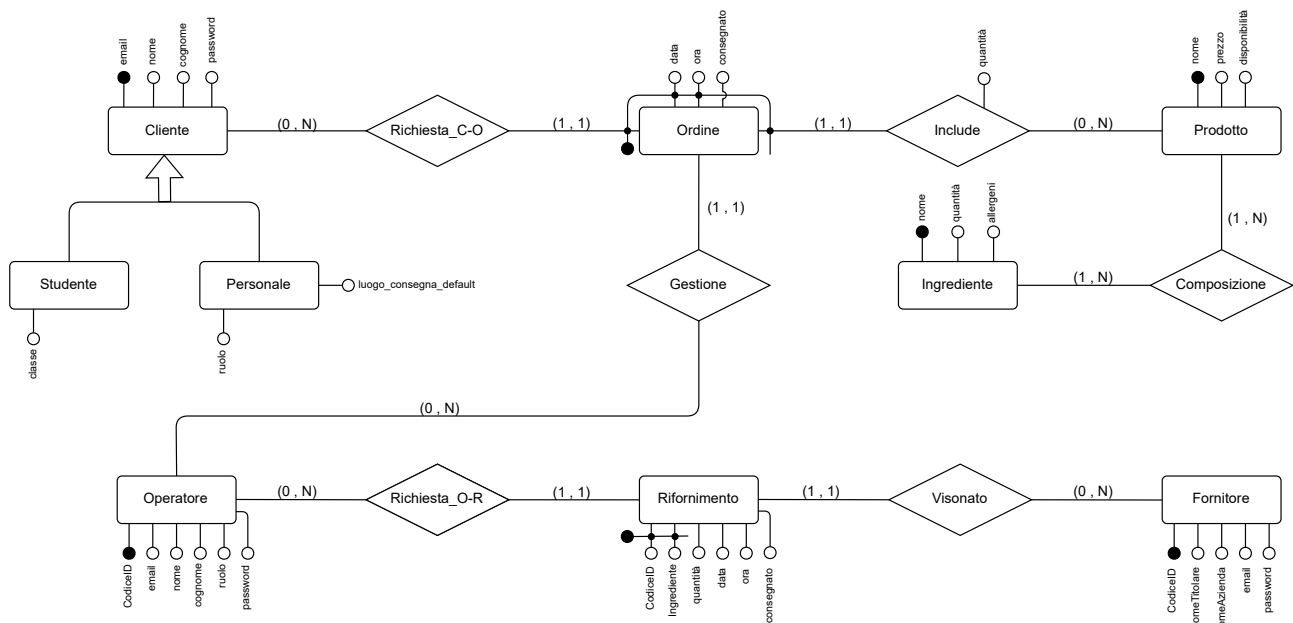


Figure 1: Modello entità-relazione

### 2.2 Descrizione dei vincoli

#### 2.2.1 Cardinalità

- **Richiesta\_C-O** (1:N): Un cliente può effettuare da 0 a  $N$  ordini, mentre un ordine è effettuato da uno e un solo cliente;
- **Include** (1:N): Un ordine include uno e un solo prodotto, mentre un prodotto può essere incluso in 0 o  $N$  ordini;
- **Composizione** (N:N): Un prodotto è composto da 1 o  $N$  ingredienti, mentre un ingrediente può essere parte di 1 o  $N$  prodotti;
- **Gestione** (1:N): Un ordine è gestito da uno e un solo operatore, mentre un operatore può gestire da 0 a  $N$  ordini;
- **Richiesta\_O-R** (1:N): Un operatore può effettuare da 0 a  $N$  richieste di rifornimento, mentre una richiesta di rifornimento è effettuata da uno e un solo operatore;
- **Visionato** (1:N): Un fornitore può visionare da 0 a  $N$  richieste di rifornimento, mentre una richiesta di rifornimento è visionata da uno e un solo fornitore;

### **2.2.2 Regole di vincolo non esprimibili nello schema**

- (RV1) Gli ordini devono essere effettuati tra le 8 e le 10 del mattino;
- (RV2) La quantità di ogni ingrediente deve essere aggiornata ogni volta che viene effettuato un ordine;
- (RV3) La quantità di ogni ingrediente deve essere aggiornata ogni volta che un rifornimento viene consegnato;

### **2.2.3 Regole di derivazione**

- (RD1) Il numero di ordini effettuati da un cliente può essere calcolato contando le istanze della relazione Richiesta\_C-O associate a quel cliente.

## 3 Modellazione logica

Dopo aver definito la struttura del modello relazionale, è possibile analizzare le operazioni di ristrutturazione dello schema E-R in vista della successiva normalizzazione. Verranno illustrate varie tecniche, tra cui l'eliminazione delle generalizzazioni presenti nel modello concettuale.

### 3.1 Ristrutturazione dello schema E-R

#### 3.1.1 Eliminazione delle generalizzazioni

All'interno della base dati in esame è presente una generalizzazione totale, perché ogni istanza dell'entità generale *Cliente* appartiene obbligatoriamente a una sotto-entità *Studiante* e *Personale*. Non ci sono quindi clienti che non siano studenti o membri del personale scolastico. Inoltre la generalizzazione è esclusiva perché ogni istanza di *Cliente* appartiene a una sola sotto-entità, un cliente non può essere contemporaneamente uno studente e un membro del personale scolastico.

I sistemi tradizionali per la gestione della base dati non consentono la rappresentazione delle generalizzazioni, ragion per cui, risulta necessario trasformarle in costrutti per i quali esiste un'implementazione naturale, come entità e associazioni.

Per risolvere questo tipo di generalizzazione è stato scelto di utilizzare un **accorpamento delle entità figlie della generalizzazione nell'entità genitore**: in questo caso le entità *Studiante* e *Personale* sono state eliminate e le loro proprietà vengono aggiunte all'entità *Cliente* con qualche accorpamento.

In particolare, l'attributo **classe** e l'attributo **ruolo** vengono eliminati e sostituiti dall'attributo **tipoCliente**. Per fare in modo di rimanere coerenti con la descrizione iniziale del sistema, il **tipoCliente** può assumere i seguenti valori.

Se il **tipoCliente** è "*Studiante*", il cliente in questione non ha la possibilità di modificare il valore dell'attributo **luogoConsegna** che coinciderà con la propria classe di appartenenza. Al contrario il cliente in questione avrà la facoltà di modificare il valore dell'attributo **luogoConsegna**, inoltre se l'attributo **tipoCliente** coincide con "*addetto alla segreteria*", quest'ultimo avrà in più i privilegi descritti al paragrafo 1.1.

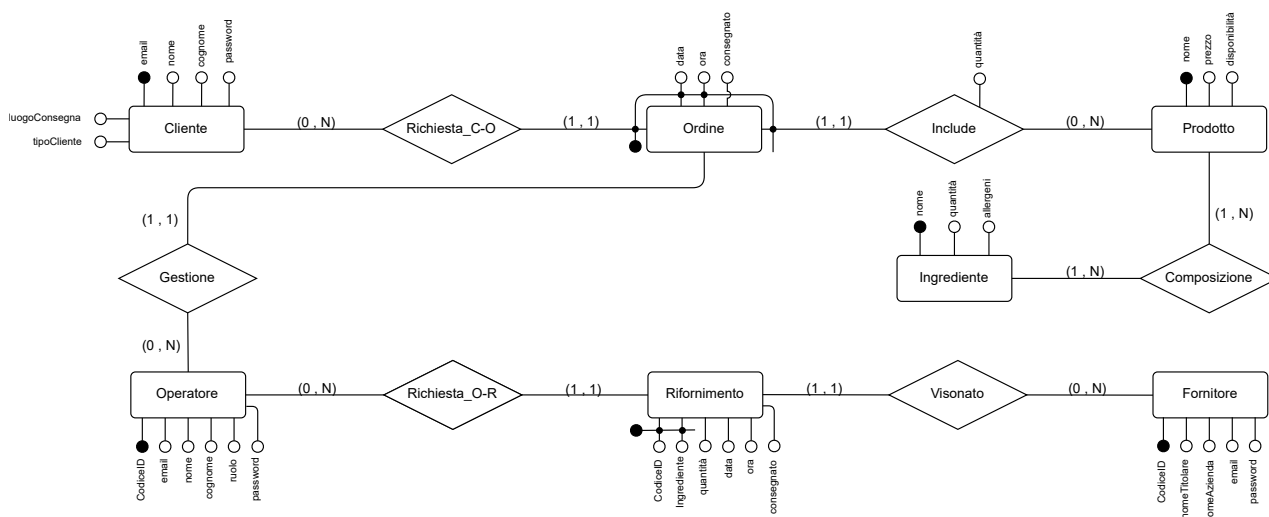


Figure 2: Modello entità-relazione ristrutturato



## 3.2 Tavola dei volumi

Concetto	Tipo	Volume
Cliente	E	700
Ordine	E	1400
Prodotto	E	120
Ingrediente	E	35
Operatore	E	10
Rifornimento	E	35
Fornitore	E	6
Richiesta_C-O	R	1400
Include	R	1400
Composizione	R	95
Gestione	R	1400
Richiesta_O-R	R	35
Visionato	R	35

Table 2: Concetti dello schema con i volumi previsti a regime

### 3.2.1 Volume delle associazioni

Nella tavola dei volumi il numero delle occorrenze delle associazioni (R) dipende da due parametri:

1. **Parametro delle occorrenze delle entità:** il primo parametro dipende dal numero di occorrenze delle entità coinvolte nelle associazioni e dal numero (medio) di partecipazioni di un'occorrenza di entità alle occorrenze di associazioni;
2. **Parametro delle cardinalità:** il secondo parametro dipende a sua volta dalle cardinalità delle associazioni.

Avendo una stima del numero di occorrenze delle entità, è possibile calcolare il numero di occorrenze delle associazioni:

- **Composizione:** Non tutti gli ingredienti vengono utilizzati nella composizione di un prodotto, poiché alcuni ingredienti possono essere forniti già pronti per la vendita, senza necessità di preparazione. Per questo motivo, si stima che il numero di occorrenze della relazione *Composizione* sia pari a 95;
- **Richiesta\_C-O:** il numero di occorrenze è pari al numero di *Ordini*, poiché dalla cardinalità si evince che un ordine è richiesto da un solo cliente;
- **Include:** il numero di occorrenze è pari al numero degli *Ordini*, in quanto ogni tupla di ogni *Ordini* include un solo prodotto;
- **Gestione:** il numero di occorrenze è pari a quello degli *Ordini*, poiché ogni ordine viene gestito singolarmente da un operatore;
- **Richiesta\_O-R:** il numero di occorrenze coincide con il numero dei *Rifornimenti*, dato che dalla cardinalità risulta che ogni rifornimento è richiesto da un solo operatore;
- **Visionato:** Anche in questo caso, il numero delle occorrenze è pari al numero dei *Rifornimenti*, perché ogni rifornimento è visionato da un solo fornitore.

### 3.3 Tavole delle operazioni

Operazione	Tipo	Frequenza
Op. 1	I	1400 al giorno
Op. 2	I	700 a settimana
Op. 3	I	700 al giorno
Op. 4	I	700 al giorno
Op. 5	I	10 al giorno
Op. 6	I	1 ogni 2 settimane
Op. 7	I	1 al giorno
Op. 8	I	1 al giorno

#### Operazioni di visualizzazione

Operazione	Tipo	Frequenza
Op. 1	I	125 all'anno
Op. 2	I	3 all'anno
Op. 3	I	35 al giorno
Op. 4	I	1400 al giorno

#### Operazioni di inserimento

Operazione	Tipo	Frequenza
Op. 1	I	500 all'anno
Op. 2	I	3 all'anno
Op. 3	I	2 a settimana

#### Operazioni di modifica

Operazione	Tipo	Frequenza
Op. 1	I	125 all'anno
Op. 2	I	3 all'anno
Op. 3	I	350 al giorno
Op. 4	I	5 a settimana

#### Operazioni di cancellazione

Operazione	Tipo	Frequenza
Op. 1	I	1400 al giorno
Op. 2	I	35 al giorno

#### Operazioni di conferma e aggiornamento

Table 3: Riepilogo delle operazioni previste nello schema

#### Nota

Le frequenze indicate per le operazioni interattive (I) rappresentano stime medie del carico di lavoro previsto e possono variare in base all'utilizzo effettivo del sistema. Questi valori sono utilizzati come riferimento per il dimensionamento delle risorse e la valutazione delle prestazioni, ma non costituiscono limiti operativi.

### 3.4 Traduzione nel modello relazionale

**Cliente**(email, password, nome, cognome, luogoConsegna, tipoCliente)

**Ordine**(data, ora, emailCliente, nomeProdotto, consegnato, quantità, OperatoreID)

- *OperatoreID* è chiave esterna di **Operatore**(CodiceID)
- *emailCliente* è chiave esterna di **Cliente**(email) e allo stesso tempo appartiene alla chiave primaria
- *nomeProdotto* è chiave esterna di **Prodotto**(nome) e allo stesso tempo appartiene alla chiave primaria

**Prodotto**(nome, prezzo, disponibilità)

**Composizione**(nomeProdotto, nomeIngrediente)

- *nomeProdotto* è chiave esterna di **Prodotto**(nome) e allo stesso tempo appartiene alla chiave primaria
- *nomeIngrediente* è chiave esterna di **Ingrediente**(nome) e allo stesso tempo appartiene alla chiave primaria

**Ingrediente**(nome, allergeni, quantità)

**Operatore**(CodiceID, email, password, nome, cognome, ruolo)

**Rifornimento**(CodiceID, ingrediente, quantità, data, ora, consegnato, OperatoreID, FornitoreID)

- *OperatoreID* è chiave esterna di **Operatore**(CodiceID)
- *FornitoreID* è chiave esterna di **Fornitore**(CodiceID)

**Fornitore**(CodiceID, nomeTitolare, nomeAzienda, email, password)

#### 3.4.1 Vincoli di integrità referenziale

- FOREIGN KEY **Ordine**(emailCliente) REFERENCES **Cliente**(email)
- FOREIGN KEY **Ordine**(nomeProdotto) REFERENCES **Prodotto**(nome)
- FOREIGN KEY **Ordine**(OperatoreID) REFERENCES **Operatore**(CodiceID)
- FOREIGN KEY **Composizione**(nomeProdotto) REFERENCES **Prodotto**(nome)
- FOREIGN KEY **Composizione**(nomeIngrediente) REFERENCES **Ingrediente**(nome)
- FOREIGN KEY **Rifornimento**(OperatoreID) REFERENCES **Operatore**(CodiceID)
- FOREIGN KEY **Rifornimento**(FornitoreID) REFERENCES **Fornitore**(CodiceID)

### 3.4.2 Modello relazionale

#### Legenda del modello relazionale



**Chiave primaria** (identificatore univoco della tabella)



**Chiave esterna** (collegamento a una chiave primaria di un'altra tabella)

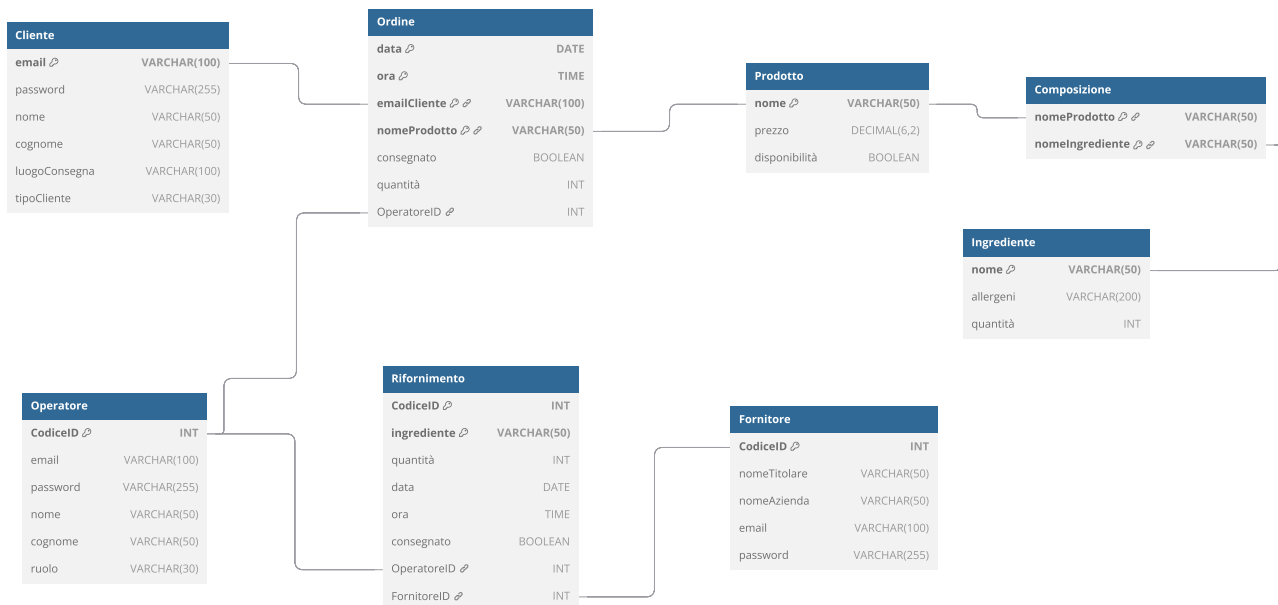


Figure 3: Modello relazionale (collegamenti tra chiavi)

## 4 Normalizzazione

In questa sezione si procederà direttamente all'analisi della Terza Forma Normale (3NF), in quanto il rispetto di tale forma implica automaticamente il soddisfacimento dei requisiti previsti dalla Prima e dalla Seconda Forma Normale.

Saranno quindi analizzate tutte le tabelle del modello relazionale, evidenziando per ciascuna le motivazioni per cui soddisfano i vincoli imposti dalla 3NF, con particolare attenzione alle dipendenze funzionali e alla struttura delle chiavi.

### 4.1 Tecniche di normalizzazione

Al fine di procedere con l'analisi, è opportuno fornire una definizione formale dei vincoli che caratterizzano la Terza Forma Normale (3NF).

Affinché una relazione  $r$  sia in 3NF, devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

1. Deve essere in 2NF, ovvero non deve presentare dipendenze funzionali parziali;
2. Per ogni dipendenza funzionale  $X \rightarrow A$ , deve essere verificata almeno una delle seguenti condizioni:
  - a.  $X$  è una superchiave per  $r$ ;
  - b.  $A$  appartiene ad almeno una chiave candidata di  $r$ .

Infine, una relazione risulta essere anche in forma normale di Boyce-Codd (BCNF) qualora sia in 3NF e non presenti alcun tipo di dipendenza transitiva, incluse quelle ammesse dal punto 2b della 3NF.

#### Tabella Cliente

**Cliente**(email, password, nome, cognome, luogoConsegna, tipoCliente)

La relazione *Cliente* soddisfa i requisiti ai punti 1 e 2a, quindi è in **3NF** e, non avendo dipendenze transitive come quelle riportate al punto 2b, è anche in **BCNF**.

Di seguito vengono riportate le dipendenze funzionali della relazione *Cliente*:

- email  $\rightarrow$  password
- email  $\rightarrow$  nome
- email  $\rightarrow$  cognome
- email  $\rightarrow$  luogoConsegna
- email  $\rightarrow$  tipoCliente

#### Tabella Ordine

**Ordine**(data, ora, emailCliente, nomeProdotto, consegnato, quantità, OperatoreID)

La relazione *Ordine* soddisfa i requisiti ai punti 1 e 2a, quindi è in **3NF** e, non avendo dipendenze transitive come quelle riportate al punto 2b, è anche in **BCNF**.

Di seguito vengono riportate le dipendenze funzionali della relazione *Ordine*:

- (data, ora, emailCliente, nomeProdotto)  $\rightarrow$  consegnato
- (data, ora, emailCliente, nomeProdotto)  $\rightarrow$  quantità
- (data, ora, emailCliente, nomeProdotto)  $\rightarrow$  OperatoreID

## Tabella Prodotto

**Prodotto**(nome, prezzo, disponibilità)

La relazione *Prodotto* soddisfa i requisiti ai punti 1 e 2a, quindi è in **3NF** e, non avendo dipendenze transitive come quelle riportate al punto 2b, è anche in **BCNF**.

Di seguito vengono riportate le dipendenze funzionali della relazione *Prodotto*:

- nome → prezzo
- nome → disponibilità

## Tabella Composizione

**Composizione**(nomeProdotto, nomeIngrediente)

La relazione *Composizione*, risultante dalla normalizzazione della relazione multi-a-molti tra *Prodotto* e *Ingrediente*, utilizza come chiave primaria la combinazione degli attributi *nomeProdotto* e *nomeIngrediente*, entrambi chiavi esterne verso le rispettive relazioni.

Poiché non sono presenti attributi non primi, la relazione soddisfa il requisito al punto 1 ed è automaticamente conforme alla **3NF**. Inoltre, tutte le dipendenze funzionali hanno come determinante una superchiave (ovvero la chiave primaria), soddisfacendo così anche il requisito al punto 2a. Non essendo presenti dipendenze transitive, la relazione è da considerarsi anche in **BCNF**.

Risulta quindi un'unica dipendenza funzionale banale, sempre vera per definizione:

- (nomeProdotto, nomeIngrediente) → nomeProdotto, nomeIngrediente

## Tabella Ingrediente

**Ingrediente**(nome, allergeni, quantità)

La relazione *Ingrediente* soddisfa i requisiti ai punti 1 e 2a, quindi è in **3NF** e, non avendo dipendenze transitive come quelle riportate al punto 2b, è anche in **BCNF**.

Di seguito vengono riportate le dipendenze funzionali della relazione *Ingrediente*:

- nome → allergeni
- nome → quantità

## Tabella Operatore

**Operatore**(CodiceID, email, password, nome, cognome, ruolo)

La relazione *Operatore* presenta due chiavi candidate: *CodiceID* (utilizzata come chiave primaria) ed *email*, entrambe in grado di identificare univocamente ciascun operatore. Di conseguenza, tutte le dipendenze funzionali della relazione possono essere espresse sia in funzione di *CodiceID* sia di *email*, essendo entrambe superchiavi minimali.

Poiché ogni attributo non primo dipende funzionalmente da una chiave candidata, e tali dipendenze non violano i vincoli previsti dalla Terza Forma Normale, la relazione *Operatore*

soddisfa i requisiti ai punti 1 e 2a, quindi è in **3NF** e, non avendo dipendenze transitive come quelle riportate al punto 2b, è anche in **BCNF**.

Di seguito vengono riportate le dipendenze funzionali espresse rispetto alla chiave primaria *CodiceID*:

- *CodiceID* → email
- *CodiceID* → password
- *CodiceID* → nome
- *CodiceID* → cognome
- *CodiceID* → ruolo

### Tabella Rifornimento

**Rifornimento**(CodiceID, ingrediente, quantità, data, ora, consegnato, OperatoreID, FornitoreID)

La relazione *Rifornimento* soddisfa i requisiti ai punti 1 e 2a, quindi è in **3NF** e, non avendo dipendenze transitive come quelle riportate al punto 2b, è anche in **BCNF**.

Di seguito vengono riportate le dipendenze funzionali della relazione *Rifornimento*:

- (*CodiceID*, *ingrediente*) → quantità
- (*CodiceID*, *ingrediente*) → data
- (*CodiceID*, *ingrediente*) → ora
- (*CodiceID*, *ingrediente*) → consegnato
- (*CodiceID*, *ingrediente*) → OperatoreID
- (*CodiceID*, *ingrediente*) → FornitoreID

### Tabella Fornitore

**Fornitore**(CodiceID, nomeTitolare, nomeAzienda, email, password)

La relazione *Fornitore*, nel contesto della base dati in esame, presenta tre chiavi candidate: *CodiceID* (utilizzata come chiave primaria), *email* e *nomeAzienda* (se si ipotizza che non esistano aziende con lo stesso nome) tutte e tre in grado di identificare univocamente ciascun fornitore. Di conseguenza, tutte le dipendenze funzionali della relazione possono essere espresse sia in funzione di *CodiceID* sia di *email* che di *nomeAzienda*, essendo tutte superchiavi minimali.

Poiché ogni attributo non primo dipende funzionalmente da una chiave candidata, e tali dipendenze non violano i vincoli previsti dalla Terza Forma Normale, la relazione *Fornitore* soddisfa i requisiti ai punti 1 e 2a, quindi è in **3NF** e, non avendo dipendenze transitive come quelle riportate al punto 2b, è anche in **BCNF**.

- *CodiceID* → nomeTitolare
- *CodiceID* → nomeAzienda
- *CodiceID* → email
- *CodiceID* → password

## 5 Conclusioni

In questa sezione finale vengono riassunte le conclusioni del progetto, presentando le implicazioni, i limiti e le direzioni future.