

# Il Modello Entità – Relazione (ER)

[c.vallati@iet.unipi.it](mailto:c.vallati@iet.unipi.it)

# Sommario

- Il modello Entità – Relazione per la progettazione concettuale delle basi di dati

# Modelli concettuali - Motivazione

- Nella progettazione di una base di dati, passare direttamente dall'analisi dei requisiti allo schema logico presenta delle difficoltà, in particolare si rischia di perdersi direttamente nei dettagli implementativi senza partire da un modello d'insieme sui dati da memorizzare
- La definizione di un modello concettuale come fase iniziale permette di concentrarsi inizialmente sugli aspetti più importanti dei dati senza preoccuparsi inizialmente della struttura del DB

# Il Modello Entità - Relazione

- Uno “standard de facto” per la **progettazione concettuale**
- Ci permette di descrivere i dati coinvolti in una organizzazione del mondo reale in termini di oggetti e delle loro relazioni
- Esso fornisce concetti che ci permettono di passare da una descrizione informale di ciò che gli utenti chiedono alla loro BD ad una descrizione precisa e più dettagliata che può essere implementata in un DBMS
- Ha una rappresentazione grafica (Diagrammi E/R) utile anche come documentazione di progetto
- Esistono molte versioni E/R, che spesso si differenziano solo per la notazione grafica adottata

# Scopo del Modello E-R

- Permettere la descrizione dello schema concettuale di una situazione reale senza preoccuparsi del tipo di DBMS scelto, della progettazione del database fisico o dell'efficienza dell'implementazione
- Lo schema Entità-Relazione così costruito sarà poi tradotto in uno schema logico attraverso il modello logico dei dati adottato dal DBMS scelto (esempio quello relazionale, che al momento è il più diffuso)

# Costrutti fondamentali del Modello

- Il modello definisce una serie di costrutti principali che possono essere usati per descrivere i dati:
  - Entità
  - Relazione
  - Attributi
    - Di Entità
    - Di Relazione
  - Ruoli
  - Generalizzazioni
  - Vincoli
- Il modello **Entità - Relazioni** schematizza la realtà in termini di **Entità** e di **Relazioni** fra di esse

# Entità

- Rappresentano classi di oggetti (fatti, cose, persone, ad esempio) che hanno proprietà comuni e esistenza autonoma
- Città, Dipartimento, Impiegato, Acquisto e Vendita sono esempi di entità all'interno di un contesto aziendale
- Un'occorrenza (o istanza) di un'entità (e.g. Roma, Torino, Parigi nel caso di Città) sono oggetti della classe che l'entità rappresenta
- Le entità possono essere concrete (e.g. libro) o astratte (e.g. vacanza)

# Relazione

- Una relazione è una associazione fra 2 o più entità
- Rappresentano legami logici significativi per la realtà considerata tra due o più entità
- Una data relazione viene identificata con un nome
- Residenza è un esempio di relazione che lega Città e Impiegato, Esame può essere un esempio di relazione che lega Studente e Corso
- Occorrenze (o istanze) di relazioni sono univocamente individuate dalle istanze delle entità partecipanti



# Attributo

- Descrivono le proprietà elementari di relazioni e entità che sono di interesse
- Esempi:
  - Per l'entità cliente gli attributi possono essere il nome, il codice fiscale, l'indirizzo
  - Per l'entità conto corrente, possono essere il numero e il saldo
  - Per la relazione esame, possono essere la data dell'esame e il voto
- Tutte le occorrenze di una data entità o relazioni hanno gli stessi attributi
- Un'occorrenza di un'entità o di una relazione sono completamente descritti da tutti i suoi attributi (o dall'unione degli attributi delle entità che compongono la relazione)

# Dominio degli attributi

- Il **Dominio** di un attributo rappresenta l'insieme dei valori assunti dall'attributo
  - per l'attributo nome del cliente, il Dominio può essere l'insieme delle stringhe di lunghezza 20 caratteri
  - per il numero di conto, può essere l'insieme di tutti i numeri interi positivi
  - (tipicamente, interi, caratteri, stringhe, ecc.)

# Classificazione degli attributi

- **Semplici:** se possono assumere un solo valore
  - es. il nome di un cliente
- **Multipli:** se prevedono la possibilità di più valori
  - es. l'attributo esami sostenuti per uno studente
  - L'uso degli attributi multipli è spesso deprecato in quanto non è ben rappresentabile in una base di dati che adotta il metodo relazionale. Al posto degli attributi multipli è incoraggiata la definizione di nuove entità e relazioni tra di esse
- **Composti:** quando è possibile scomporli in più elementi
  - es. l'indirizzo, che può essere scomposto in via, n. civico, CAP, città
- **Opzionali:** quando questi possono non avere un valore definito
  - es. n. patente associato ad una persona (che potrebbe non avere la patente)

# Diagrammi E-R

- Lo schema concettuale realizzato tramite il modello E-R si rappresenta per mezzo dei **diagrammi Entità – Relazioni**
- Tali diagrammi sono utili come aiuto visuale per verificare la correttezza dell'analisi iniziale e come documento di progetto
- Non esistono notazioni standardizzate per la realizzazione di tali diagrammi, noi vedremo una particolare convenzione (le altre convenzioni differiscono comunque per alcuni dettagli)

# Diagrammi E-R

## Entità

- vengono rappresentate tramite rettangoli
  - Nota, il diagramma rappresenta la classe e non la singola istanza



Persona

## Attributi

- vengono rappresentati tramite ovali



Indirizzo



Nome

# Diagrammi E-R

## Attributi composti

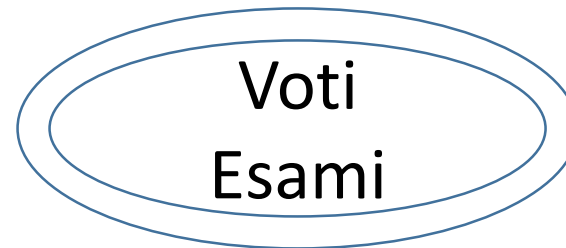
- Sono attributi che si ottengono aggregando altri (sotto) attributi, i quali presentano una forte affinità nel loro uso e significato
  - Es.: via, n. civico, città e CAP formano l'attributo composto indirizzo



# Diagrammi E-R

## Attributi Multipli

- Prevedono la possibilità di più valori
  - es. l'attributo `VotiEsami` sostenuti da uno studente
  - es. l'attributo `TitoliDiStudio` di un impiegato
- Vengono rappresentati tramite doppi ovali

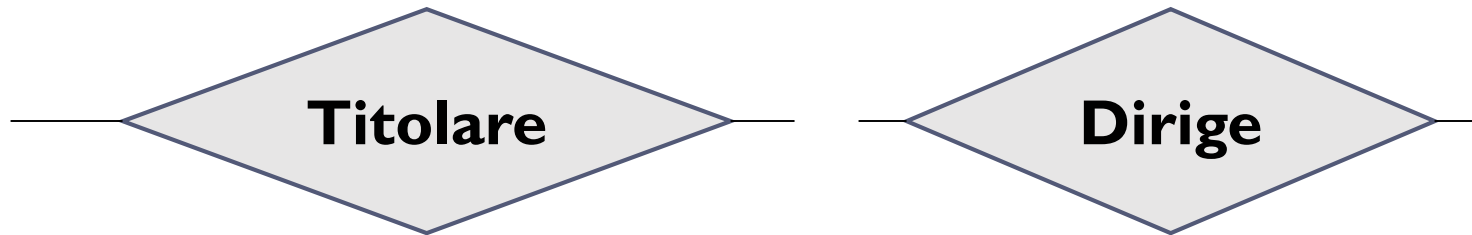


# Diagrammi E-R

## Relazioni

- Vengono rappresentate tramite rombi

ES:

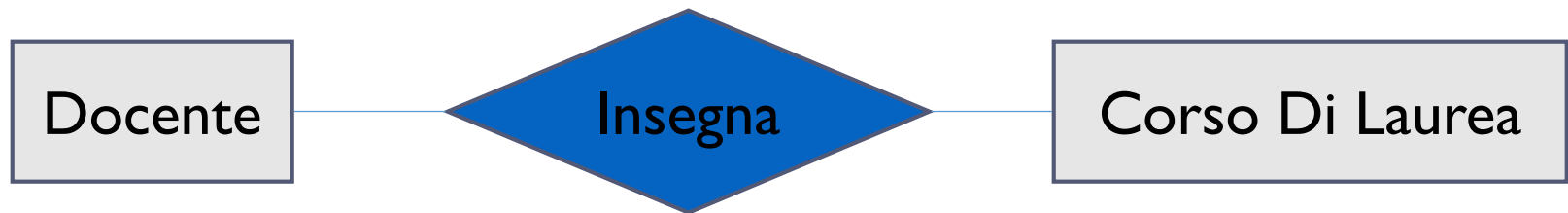


- Le **associazioni** fra attributi ed entità, attributi e relazioni vengono rappresentate tramite linee.
- Entità e corrispondenti relazioni sono collegate a loro volta tramite linee



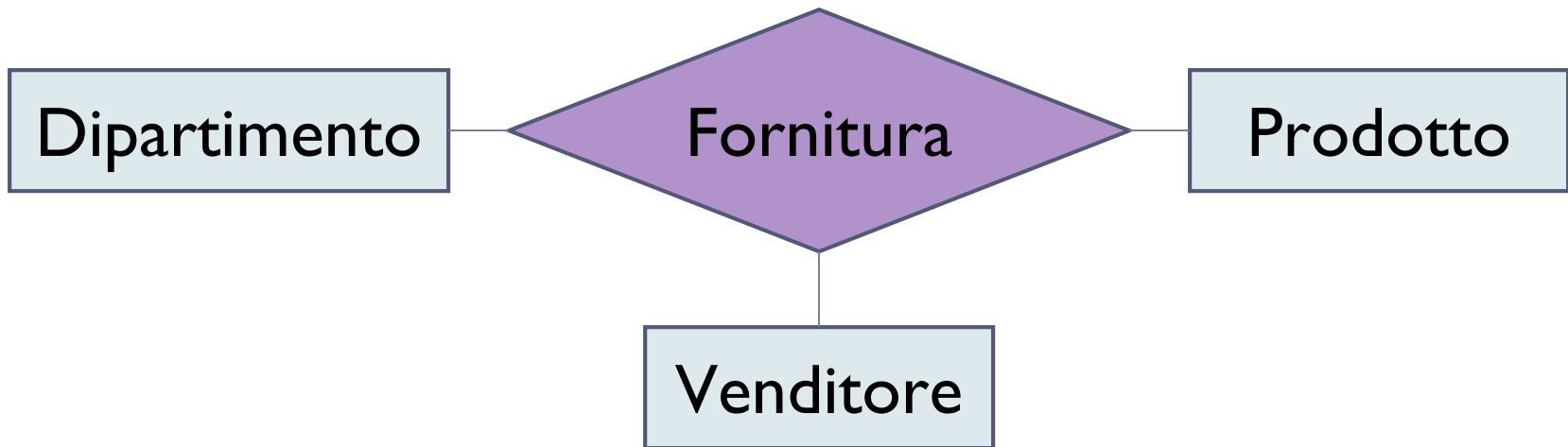
# Grado di una relazione

- E' il numero di entità coinvolte in una relazione (il numero dei suoi rami):
  - Relazione binaria: **grado = 2**
  - Relazione ternaria: **grado = 3**
  - Relazione n-aria: **grado = n**



# Grado di una relazione

Relazione ternaria: **grado = 3**

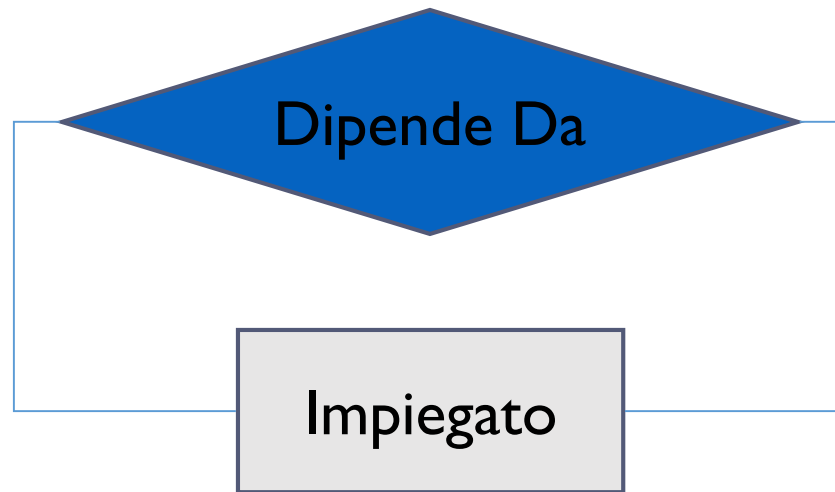


- Il venditore A fornisce stampanti al Dipartimento Personale
- Il venditore B fornisce fotocopiatrici al Dipartimento Ricerca

# Relazioni ricorsive

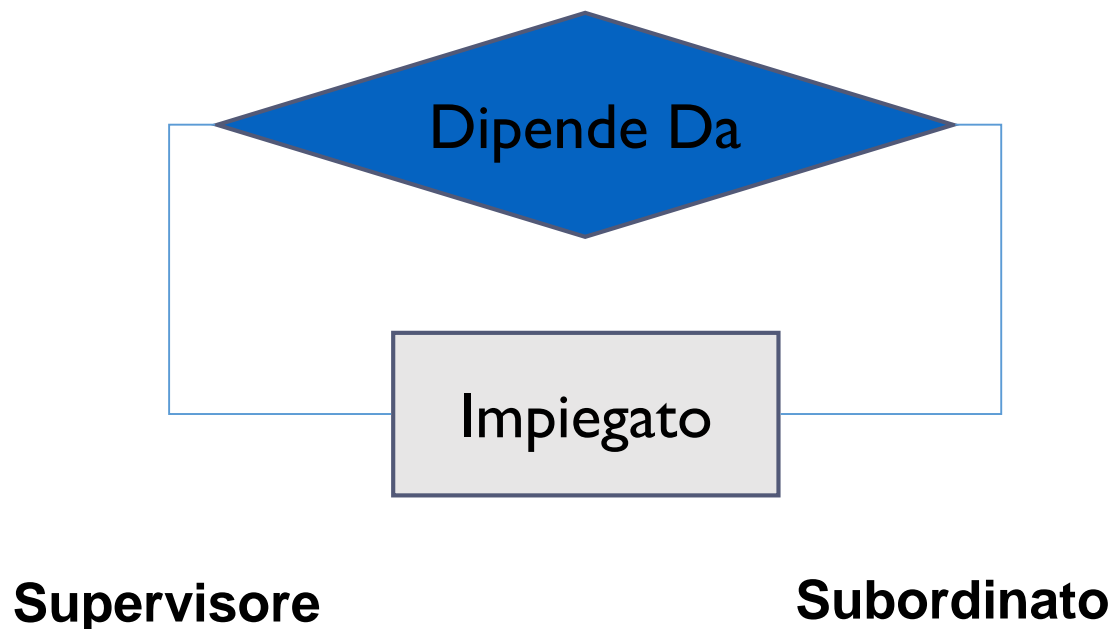
- Le relazioni possono coinvolgere anche entità appartenenti allo stesso Insieme di entità (**relazioni ricorsive**)

**PROBLEMA:** come individuo chi è il subordinato?



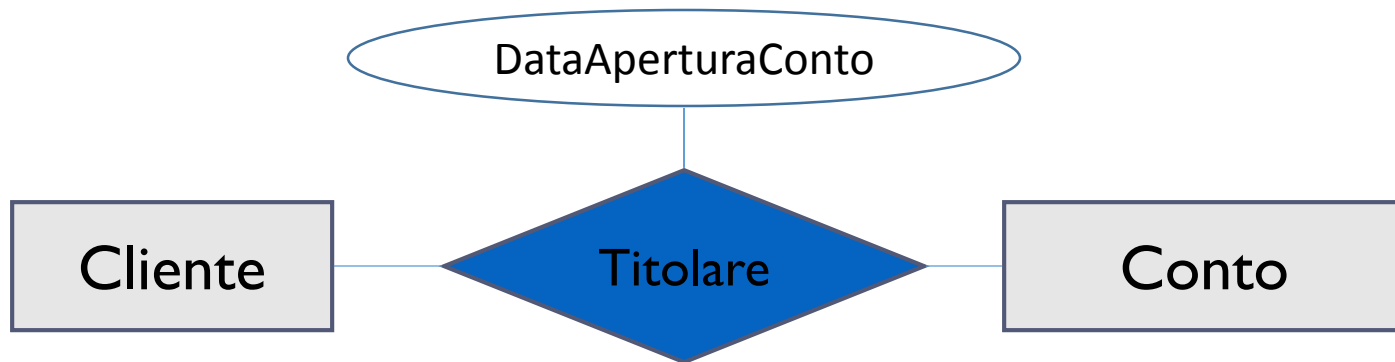
# Relazioni ricorsive

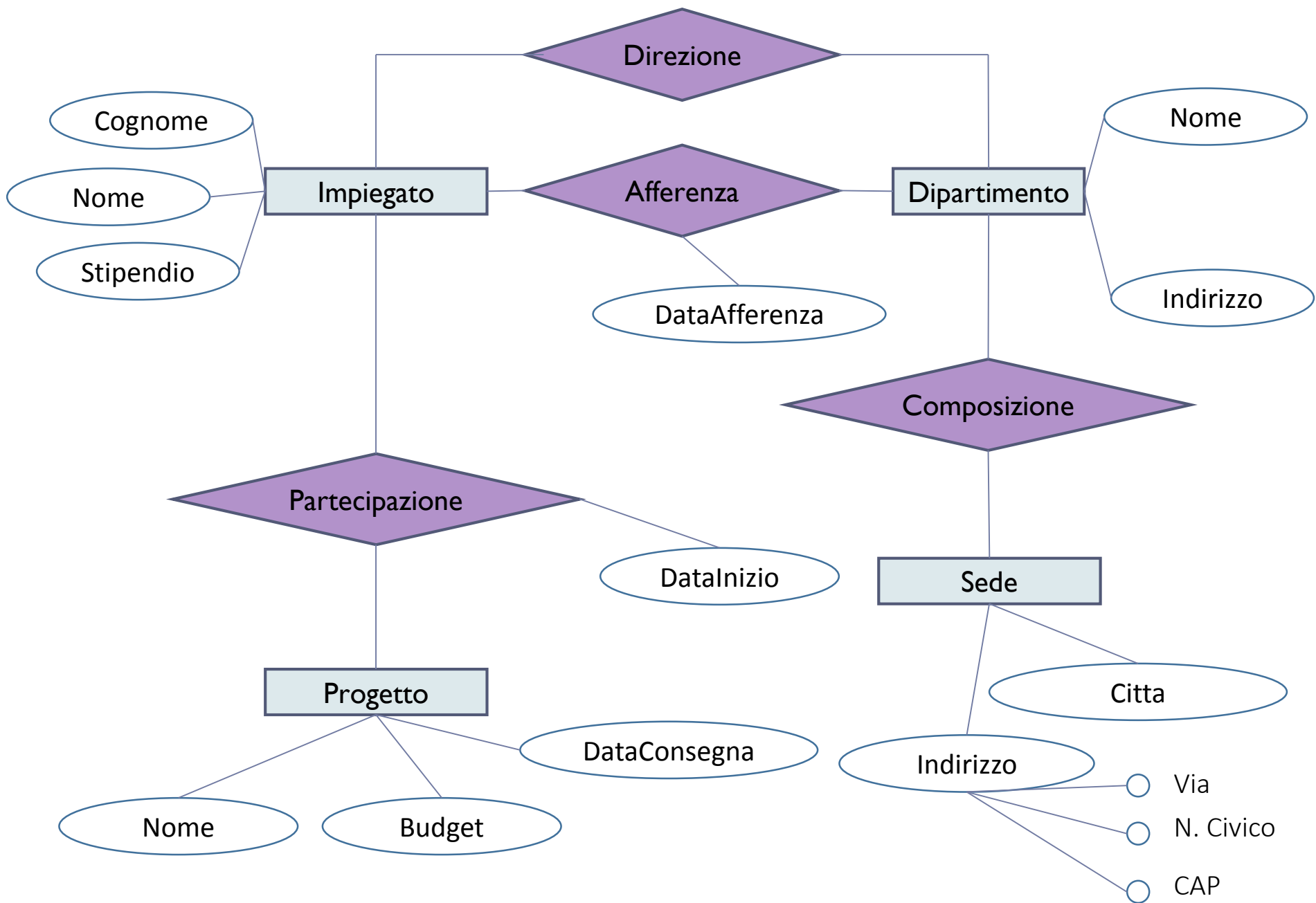
- Nelle relazioni dove una stessa entità è coinvolta più volte è necessario aggiungere la specifica del **“RUOLO”** che l’entità gioca nella relazione.



# Attributi sulle relazioni

- Una relazione può avere degli attributi
- La rappresentazione grafica è la stessa delle entità





# Vincoli di integrità

- Il modello E-R include una serie di costrutti che permettono di definire dei *vincoli di integrità* sui costrutti già visti
- Queste in altre parole sono delle **proprietà** che occorrenze di entità e relazioni devono soddisfare per essere considerate valide
  - Cardinalità delle relazioni
  - Cardinalità degli attributi
  - Identificatori delle entità
  - Generalizzazioni

# Cardinalità delle relazioni

- I **VINCOLI DI CARDINALITÀ SULLE RELAZIONI** vengono rappresentati con una coppia di numeri (min,max) Impone un limite minimo ed un limite massimo al numero di entità a cui un'altra entità può essere associata
- Esempio: se in una relazione Assegnamento tra Impiegato e Incarico viene specificata una cardinalità (1,5) si vuole imporre che un impiegato abbia almeno un incarico fino ad un massimo di 5
- In assenza di vincoli la cardinalità di default è min = 0; max = N (dove N sta a indicare un tetto massimo non definito)
- Nella cardinalità deve valere  $0 \leq min \leq max$  e  $max \geq 1$



# Cardinalità delle relazioni

- In generale:
- **0** e **1** per la **cardinalità minima**:
  - **0** = "è opzionale"
  - **1** = "è obbligatoria"
- **1** e **N** per la **cardinalità massima**:
  - **N** = "non pone alcun limite"

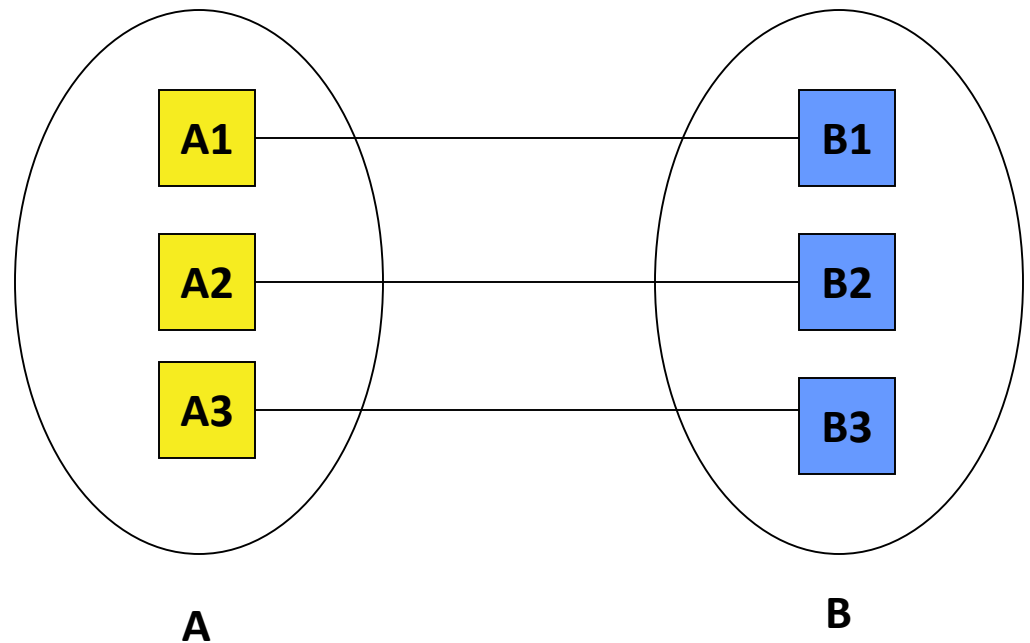
# Cardinalità delle relazioni

- Per ottenere un modello adeguato del mondo reale, spesso è necessario classificare le relazioni a seconda del numero di entità associabili tra un set di entità e l'altro
- In base ai **vincoli di cardinalità** si possono definire le seguenti classificazioni con riferimento alle **cardinalità massime**:
  - **UNO-A-UNO** (1:1)
  - **UNO-A-MOLTI** (1:N)
  - **MOLTI-A-MOLTI** (M:N)

# Relazioni UNO-A-UNO

- Una entità in A può essere associata al più ad una entità in B e viceversa.

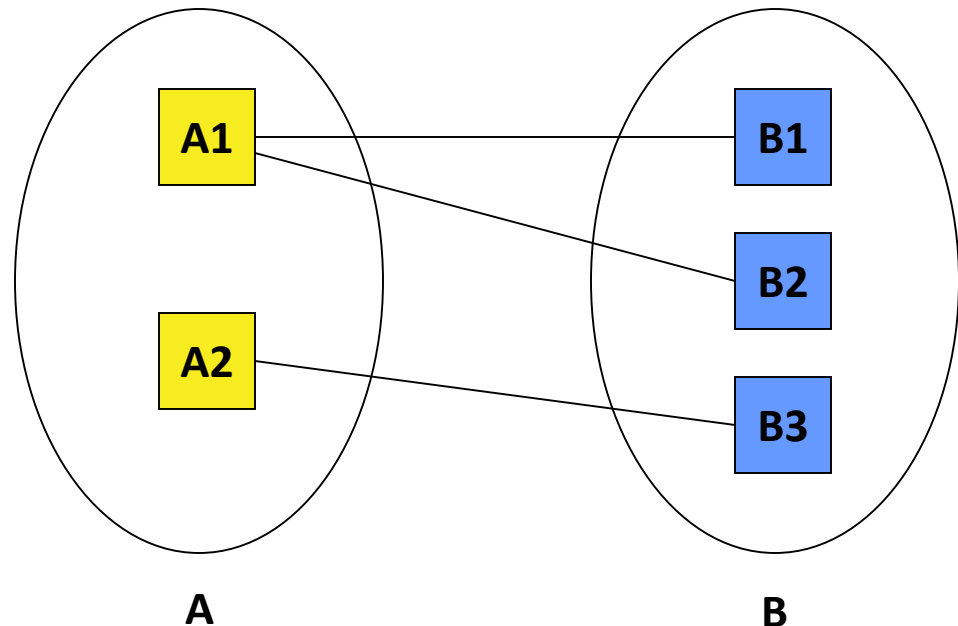
Ad esempio la  
relazione  
*attualmente sposati*:  
entità *uomo* e *donna*



# Relazioni UNO a MOLTI (MOLTI a UNO)

- Una entità in A è associata con un numero qualsiasi di entità in B ma una entità in B può essere associata al più ad una entità in A.

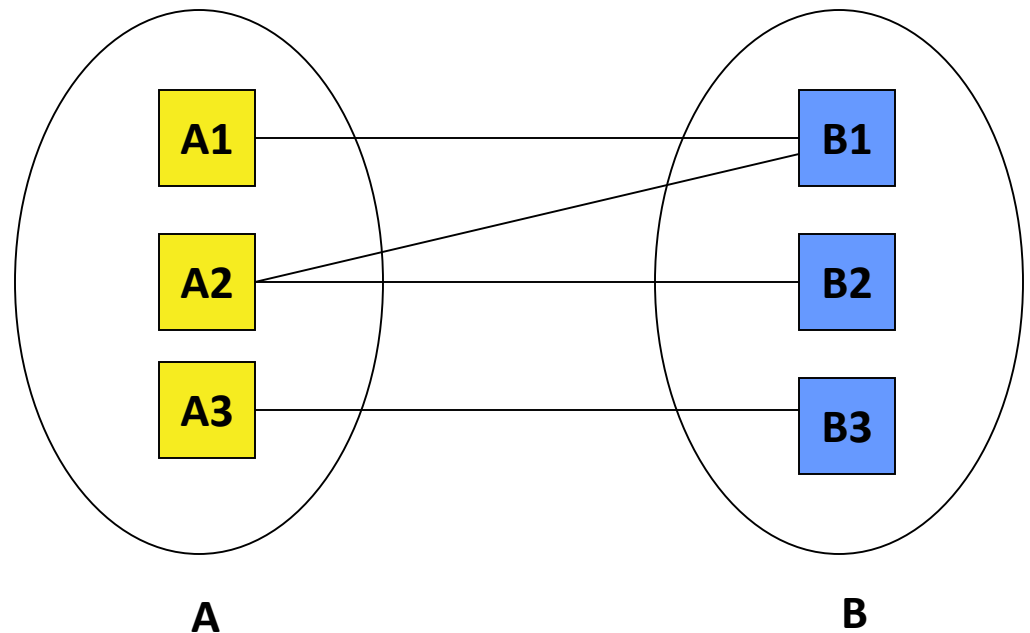
Nel caso in cui il titolare di conto è unico, la relazione che lega il cliente al conto è una a molti, poiché un cliente può avere più conti ma un conto ha come titolare un solo cliente



# Relazioni MOLTI-A-MOLTI

- Una entità in A può essere associata con un numero qualsiasi di entità in B e viceversa

Nel caso in cui un conto corrente può avere più intestatari, la relazione precedente diventa molti a molti



# Classificazioni

## Relazioni **UNO-A-UNO**

Una relazione è **uno-a-uno** se ad ogni istanza della prima entità corrisponde al più un' istanza della seconda entità e viceversa. Anche indicata con **(1:1)**

## Relazioni **UNO-A-MOLTI**

Una relazione si dice **uno-a-molti** se ad ogni istanza della prima entità corrisponde al più una della seconda, ma esiste un'istanza della seconda cui corrisponde più di un'istanza della prima. Anche indicata con **(1:N)**

## Relazioni **MOLTI-A-MOLTI**

Una relazione si dice **molti-a-molti** se esiste un'istanza della prima entità in relazione con più di un'istanza della seconda, e viceversa. Indicata con **(M:N)**

# Esempio di relazione 1:1

- Un impiegato puo' dirigere al più un progetto mentre un progetto e' diretto da un impiegato.



# Esempio di relazione 1:N

- Ogni persona può essere proprietaria di un numero arbitrario di automobili (esistono persone che non posseggono alcuna automobile), ogni automobile può avere al più un proprietario (esistono automobili non possedute da alcuna persona)





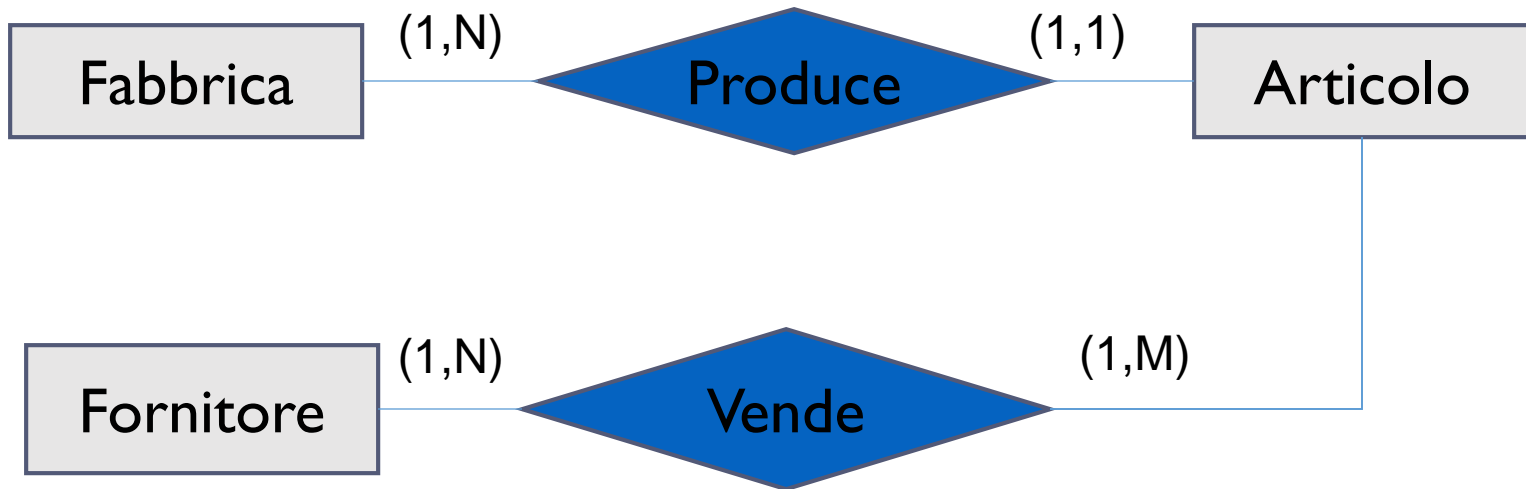
# Esempio di relazione M:N

- Un libro può essere scritto da più autori, un autore può aver scritto più libri



# Vincoli di cardinalità - Esempio

- Esempio: un insieme di fabbriche che producono degli articoli e dei fornitori che li vendono.



# Cardinalità sugli attributi

- Nel definire il modello concettuale dei dati, può essere utile, sul piano pratico, fornire ulteriori classificazioni per gli attributi, ad esempio, è importante sapere se un attributo può assumere o meno valori nulli (ossia non avere valori)

## Classificazione Attributi:

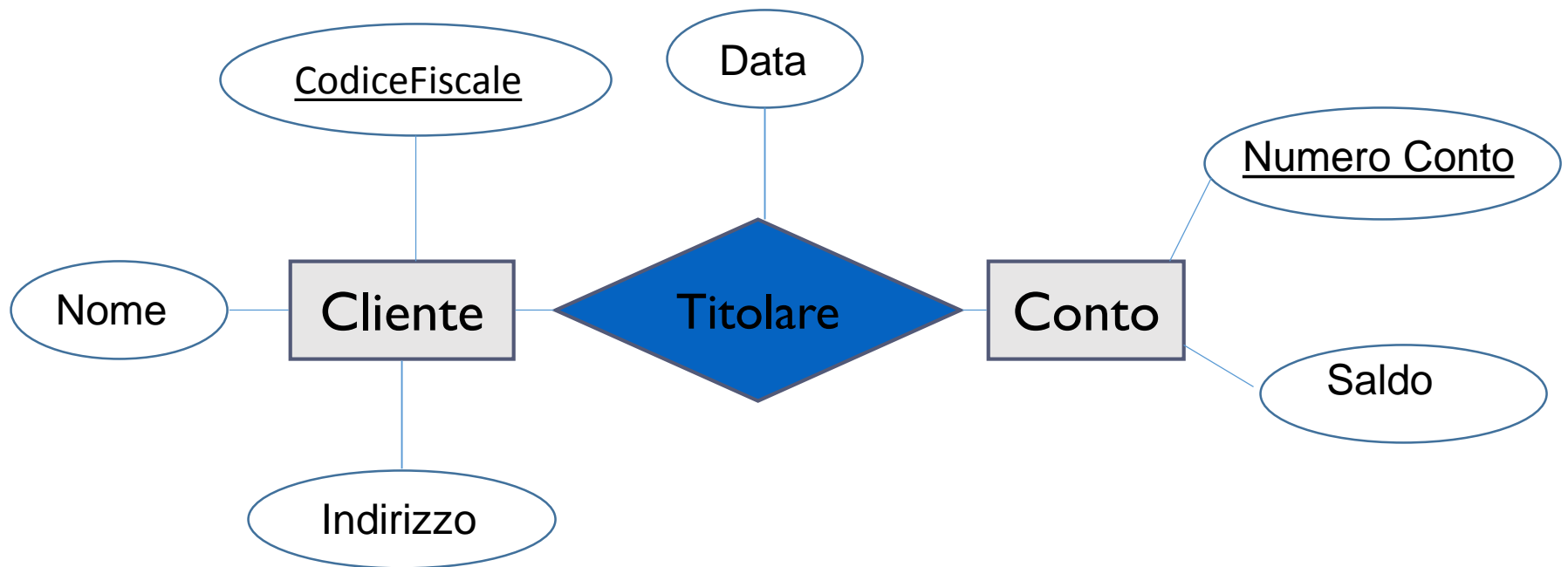
- **Opzionali:** se la cardinalità minima è 0 (es. n. patente)
- **Monovalore:** se la cardinalità massima è 1 (es. cod\_fiscale)
- **Multivalore:** se la cardinalità massima è n (es. telefono)

# Identificatori delle entità

- Vengono specificati per ciascuna entità per permettere l'identificazione univoca delle occorrenze della stessa
- Per la maggioranza dei casi, possono essere selezionati come identificatori uno o più attributi dell'entità stessa
- Per esempio per l'entità *Automobile* con attributi *Modello*, *Targa* e *Colore*, l'attributo *Targa* può essere selezionato come **identificatore**
- La selezione di uno o più attributi come identificatori vietano a due occorrenze di avere gli stessi valori per essi imponendo un *vincolo*, e.g. nel caso dell'*Automobile* con identificatore *Targa* si vietano due occorrenze con lo stesso valore dell'attributo *targa*
- L'insieme degli attributi selezionati come identificatori sono chiamati anche identificatori **interni** o **chiave**

# Chiave – Rappresentazione grafica

- Gli attributi che costituiscono una chiave sono rappresentati nel seguente modo



# Entità deboli

- Esistono delle entità i cui attributi non sono sufficienti ad identificarne univocamente le varie occorrenze
- Tali entità sono dette entità deboli in quanto possono essere identificate solamente considerando la chiave di un'altra entità (proprietario)
- Le entità deboli devono partecipare ad una relazione con l'entità proprietario e non hanno ragione di esistere senza il proprietario

# Entità deboli e chiavi

- Non avendo un identificatore interno, le entità deboli devono usare attributi di altre entità per formare un *identificatore esterno*
- In particolare *l'identificatore esterno è formato dalla chiave* del proprietario (detto anche **entità forte**) e da un *discriminatore*, un insieme di attributi dell'entità debole che permette di distinguere le entità deboli tra di loro (anche se non in maniera univoca)

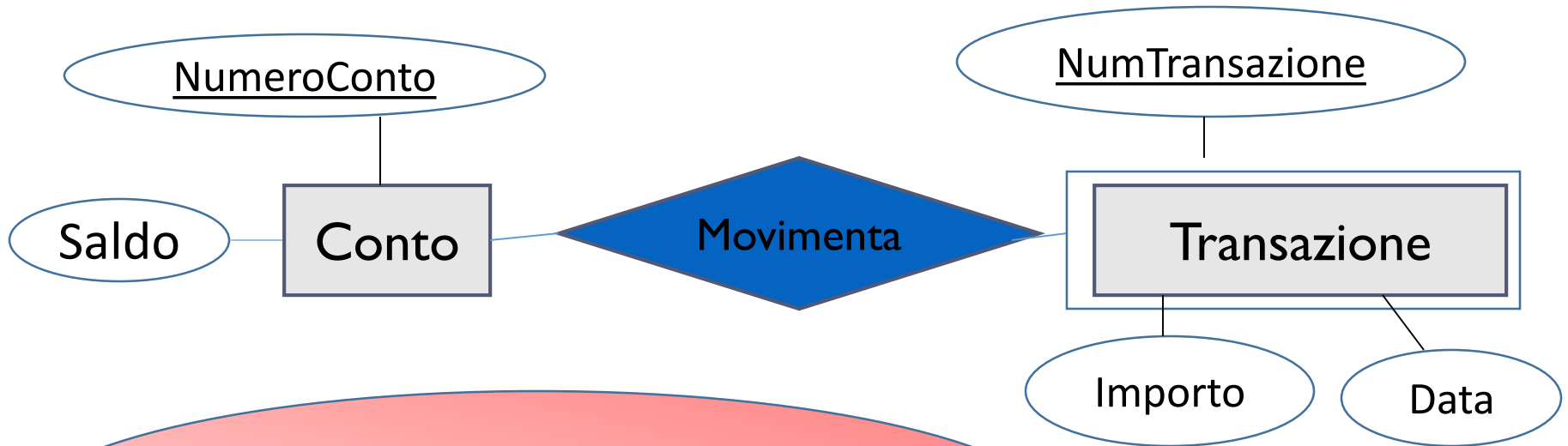
# Entità forti e deboli

- Supponiamo di avere un'entità Transazione e un'entità Conto:
  - Una transazione è associata ad un conto e non ha ragione di esistere senza di esso
  - Ma nessuno dei suoi attributi (numero di transazione, data ed importo) è una chiave primaria
- Posso avere due transazioni con lo stesso numero di transazione, data ed importo associate però a due conti diversi
- ***Implicitamente la transazione è legata da un vincolo di esistenza ai conti***

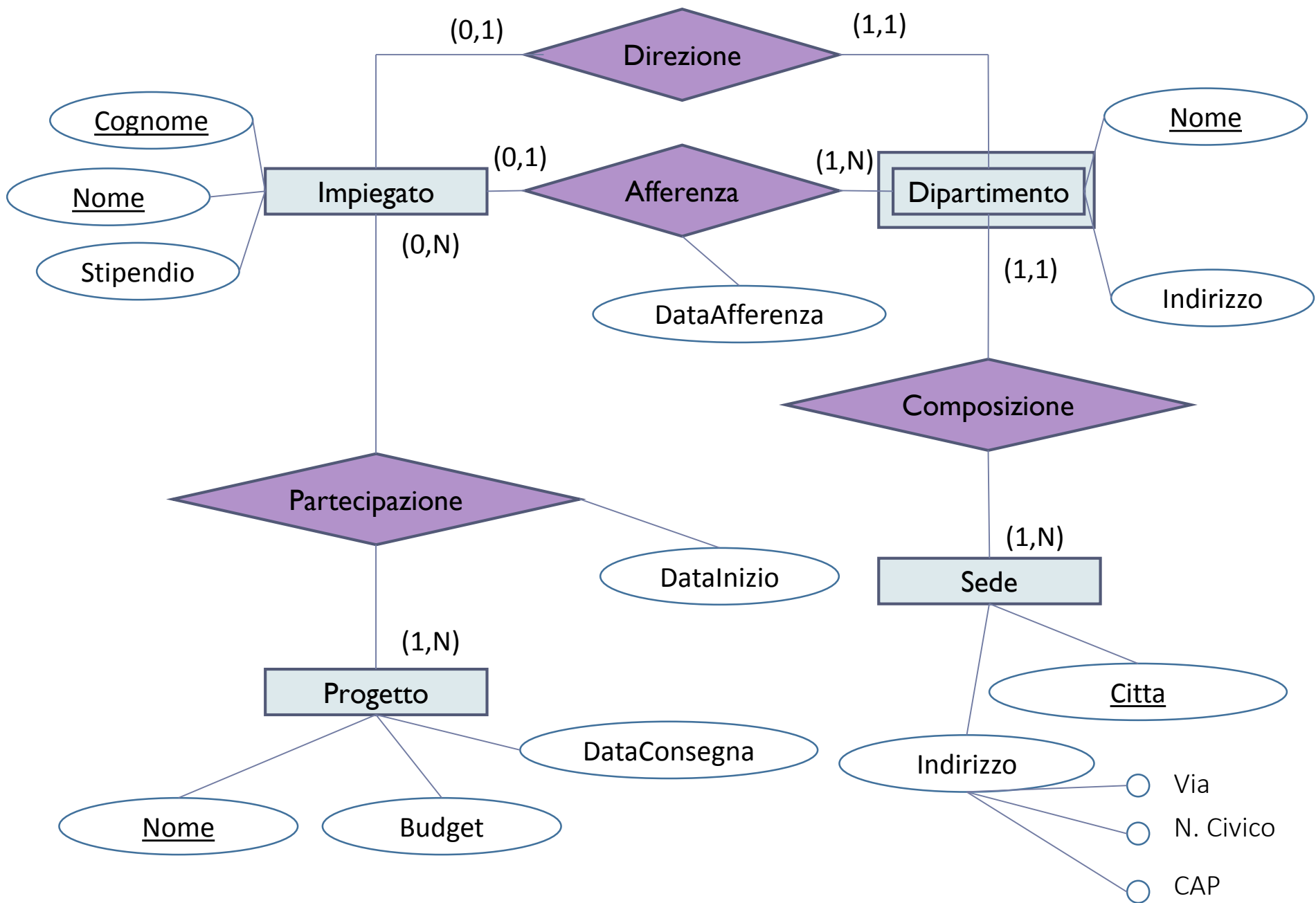


# Entità deboli

- Sono rappresentate da un doppio rettangolo



**Quando l'entità proprietaria viene cancellata, anche tutte le sue entità deboli devono essere cancellate**

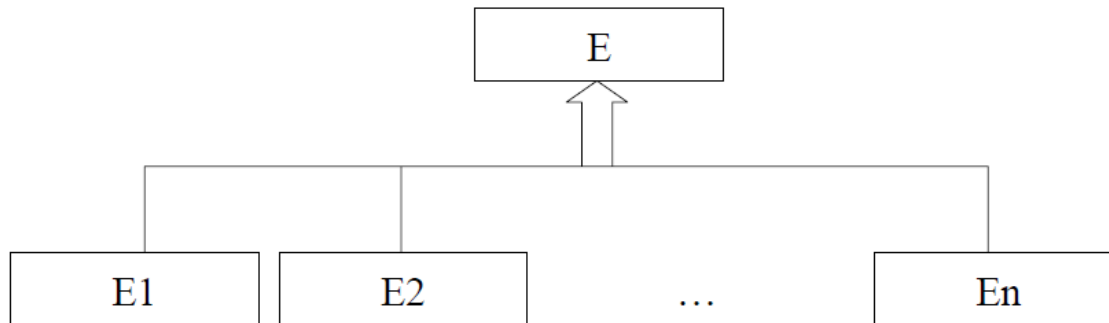


# Generalizzazioni o gerarchie

- Rappresentano legami logici tra un'entità, entità Padre, e una o più entità, entità Figlie
- Il padre è più generale delle entità figlie che sono considerate *specializzazioni*
- *Esempio:*
  - *Liceale e Universitario sono entrambi specializzazioni dell'entità Studente*
- Il legame logico che unisce la classe degli attributi comuni (padre) con le sottoclassi specializzate (figli) è la **gerarchia di specializzazione**

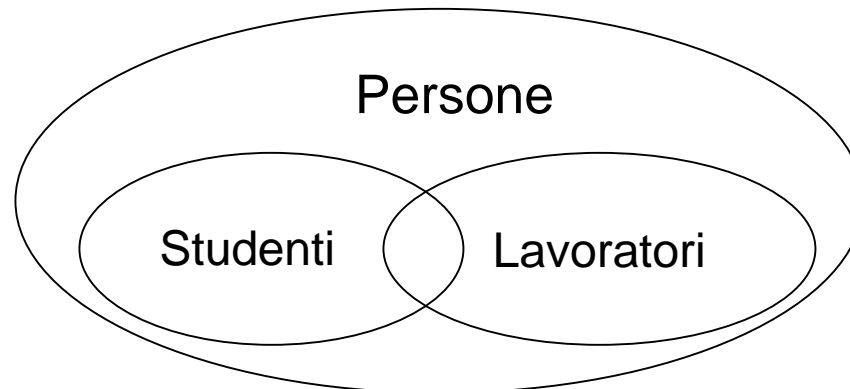
# Generalizzazioni o gerarchie

- Gli attributi (proprietà) del Padre sono ereditati dai Figli
- Non vanno quindi replicati nello schema, sarebbe un errore! **NOTA: Non è vero il viceversa!**
- Le gerarchie sono rappresentate nel seguente modo:



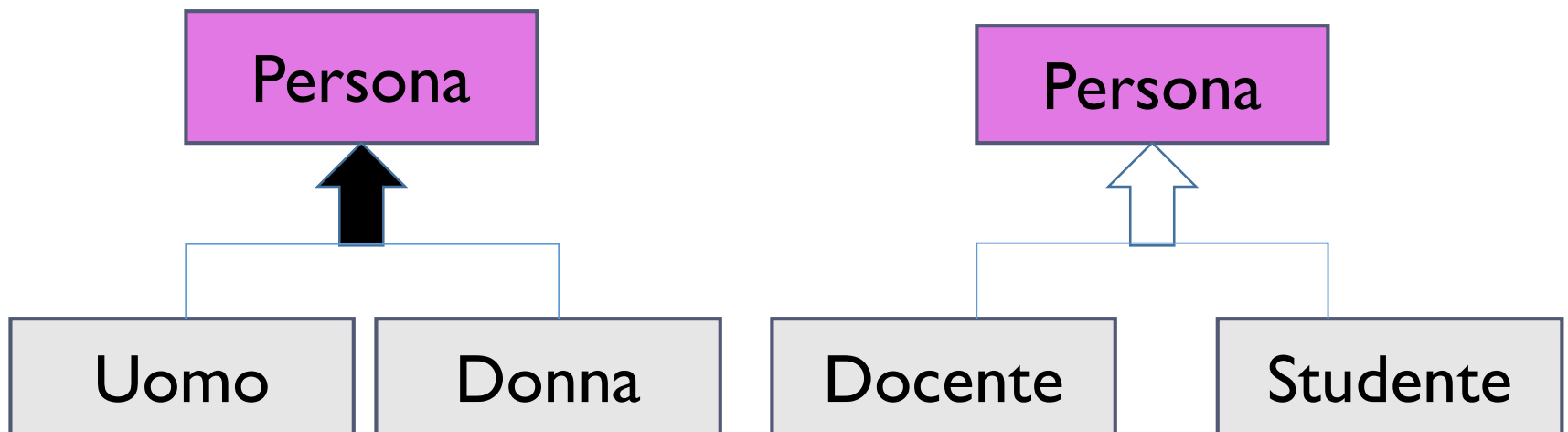
# Gerarchie totali - parziali

- In una gerarchia multipla in cui un'entità ha più specializzazioni (esempio persone come generalizzazione di studenti e lavoratori), alcune istanze possono appartenere a più entità specializzate contemporaneamente, esempio alcune istanze di persone possono essere sia istanze di studenti che lavoratori contemporaneamente (nel caso degli studenti lavoratori)
- Una generalizzazione può essere di due tipi:
  - **Completa o totale** l'unione delle istanze delle sottoentità è uguale all'insieme di tutte le istanze dell'entità padre
  - **Non complete o parziale**, altrimenti



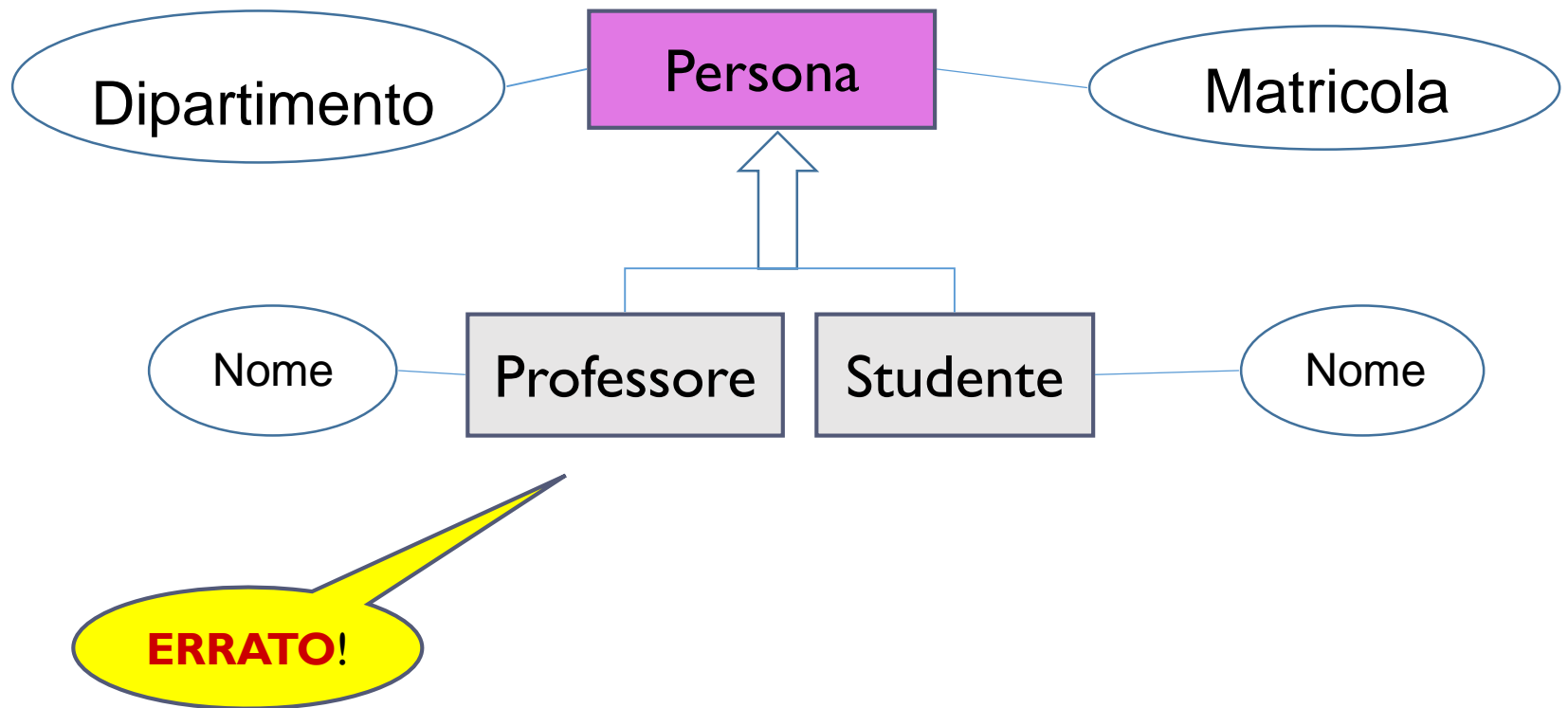
# Gerarchie totali

- La generalizzazione si indica collegando mediante un arco le sottoentità, e collegando con una freccia tale arco alla entità padre.
- La freccia è **nera** se la generalizzazione è **COMPLETA** o **totale** altrimenti si usa una freccia bianca



# Gerarchie e attributi

- Gli attributi vanno riferiti all'entità più generica **in cui sono presenti obbligatoriamente**



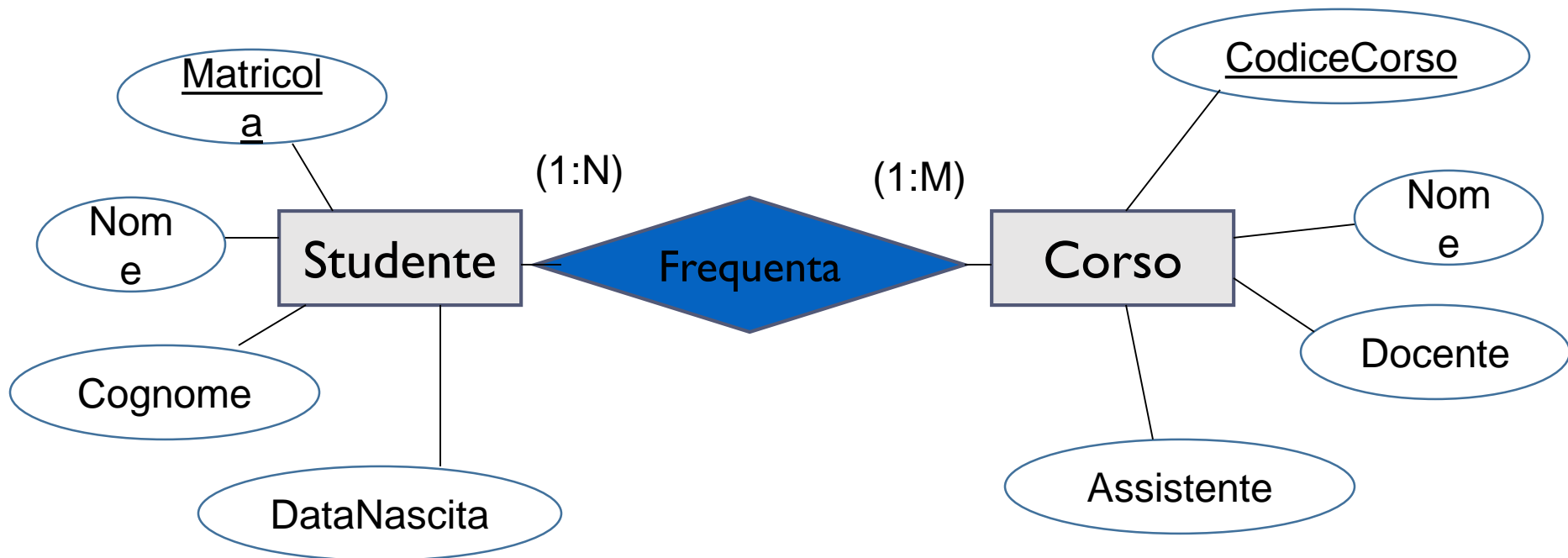
# Progettazione schema E-R

- Lo schema E-R è costruito a partire dai requisiti
- Diversi schemi E-R possono essere realizzati a partire dagli stessi requisiti
- A volte il progettista si trova a dover fare delle scelte nel modo in cui viene rappresentato un oggetto dal mondo reale:
  - Entità o Attributo
  - Entità o Relazione



# Scelta di Entità o Attributi

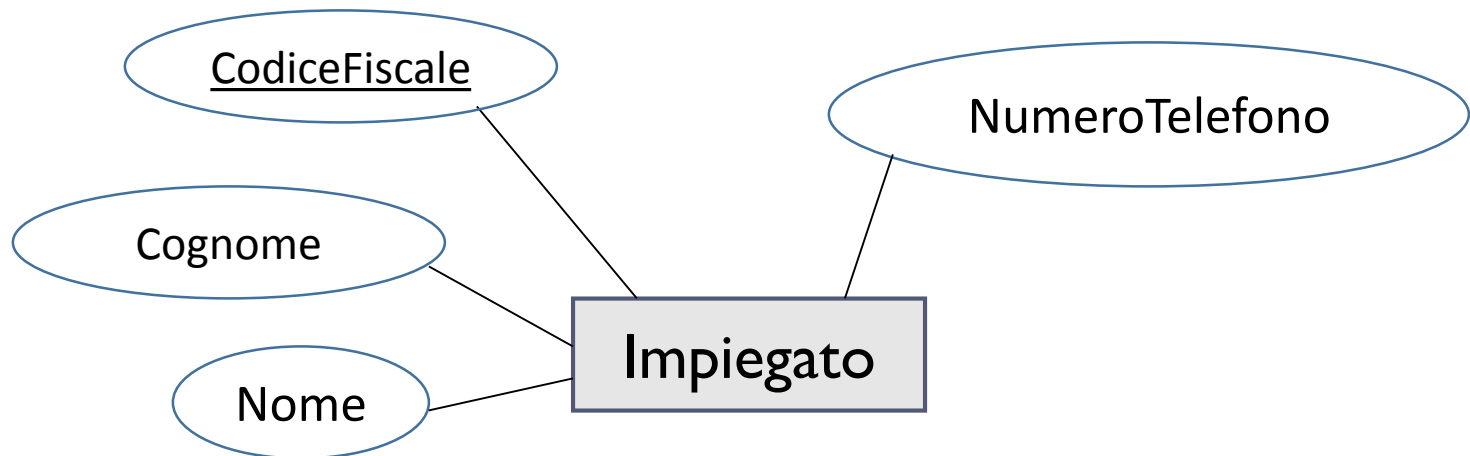
- Non sempre la scelta di rappresentare un oggetto del mondo reale come un'entità o come un attributo è banale



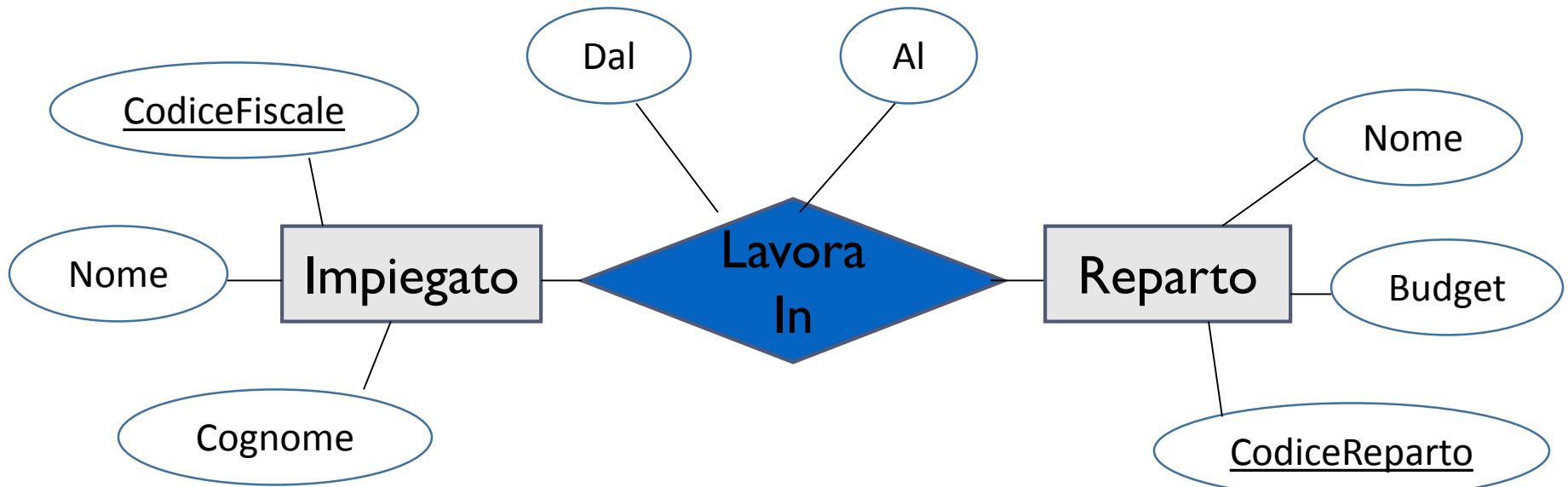
In tale E-R, docente è rappresentato come un attributo.  
Ma concettualmente **docente** non è una entità?

# Scelta di Entità o Attributi

- **Telefono** è un attributo di Impiegati o una Entità (connessa a Impiegati da una relazione)?
  - Se ogni impiegato ha un telefono o al più un telefono, se si permette all'attributo di avere un valore nullo v'è bene considerarlo un attributo

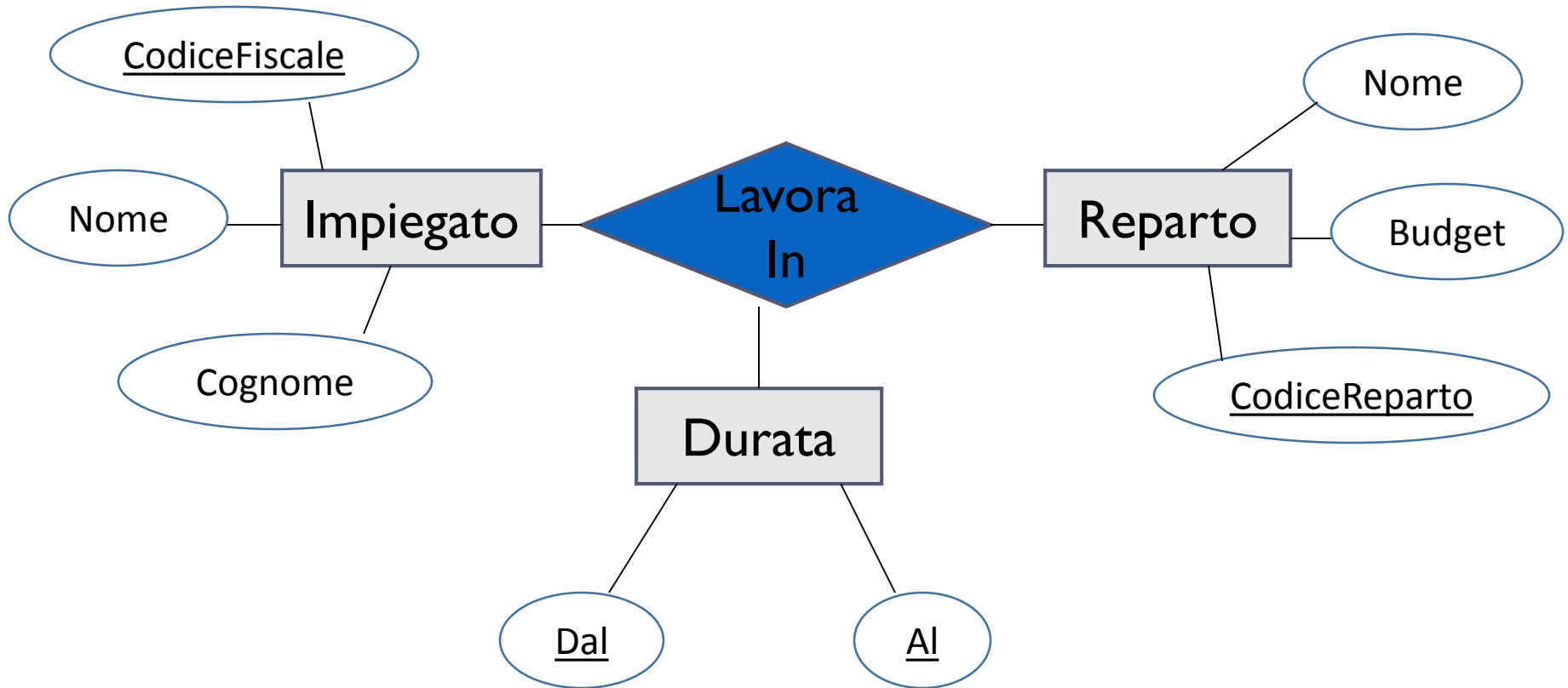


# Scelta di Entità o Attributi



Non permette di lavorare ad un impiegato in un reparto per più periodi.

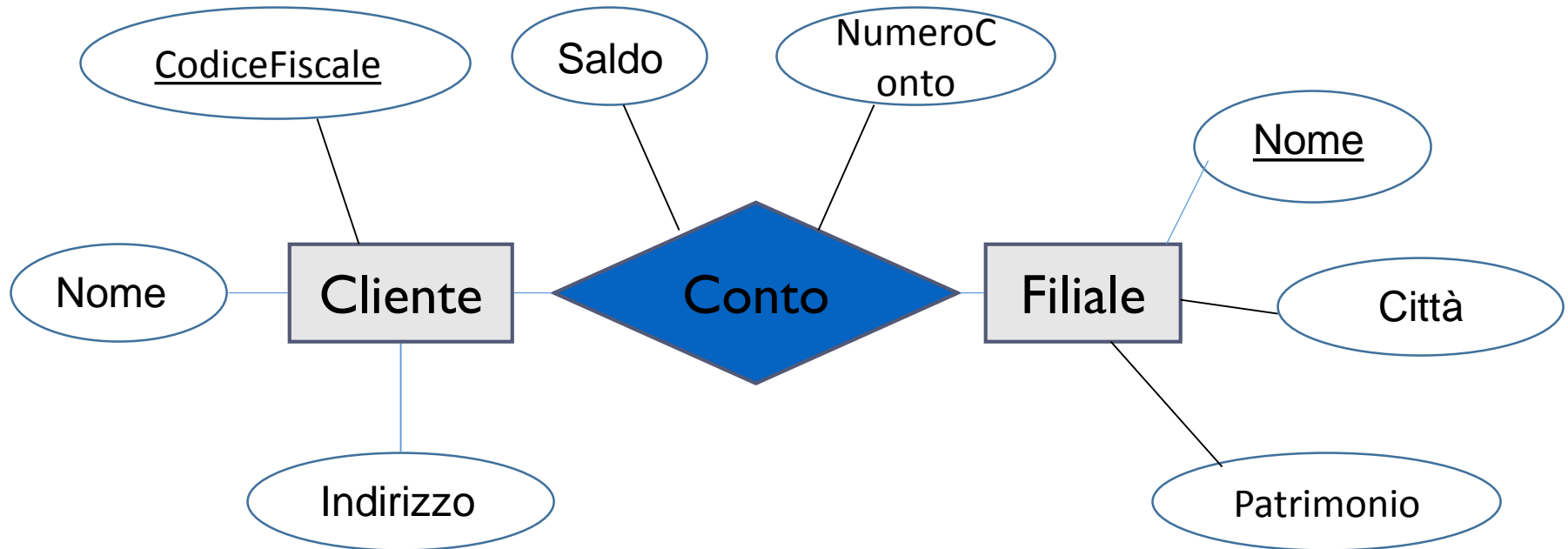
# Scelta di Entità o Attributi



Aggiungiamo l'entità Durata con attributi Dal e Al in chiave

# Scelta di Entità o Relazioni

- Spesso esiste anche il dubbio se rappresentare un oggetto tramite entità o relazione



se più clienti possono essere titolari dello stesso conto, tale schema introduce **ridondanza**, altrimenti può essere soddisfacente