



Basi di Dati



Il Modello Entità-Relazione

Perché i modelli concettuali?

Tranne casi banali, passare direttamente dai requisiti allo schema logico della base di dati presenta diverse difficoltà.

- ❑ Da dove si parte?
- ❑ Si rischia di perdersi subito nei dettagli
 - ❑ es. tipo dei campi
- ❑ Bisogna subito stabilire come correlare le varie tabelle
 - ❑ PK
 - ❑ FK

Perché i modelli concettuali?

Con un modello concettuale è possibile concentrarsi inizialmente sui soli aspetti importanti

- ❑ senza bisogno di specificare **come** gli oggetti del DB devono essere tra loro in relazione
- ❑ ma **cosa** deve essere posto in relazione

Ogni modello concettuale prevede efficaci rappresentazioni grafiche, utili anche per documentazione e comunicazione



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)
- ❑ Esistono molti dialetti E/R, che spesso si differenziano solo per la notazione grafica adottata

Il Modello Entità-Relazione

Si deve a P. Chen (1977)

- ▶ Nel 1976 propone la tecnica **Entity-Relationship**
- ▶ Insieme alla tecnica, propose una notazione grafica detta diagramma E/R (ERD)
- ▶ Oggi il diagramma E/R è il più utilizzato per immediatezza e semplicità

Modello Entità-Relazione

Scopo del modello *Entità-Relazione (E-R)*:

- permettere la descrizione dello schema concettuale di una situazione reale senza preoccuparsi dell'efficienza o della progettazione del database fisico.

Lo schema Entità-Relazione così costruito sarà poi tradotto in uno schema logico di un modello logico dei dati, ad esempio quello relazionale, che al momento è il più diffuso.

Il Modello Entità-Relazione

Costrutti fondamentali:

- ▶ **Entità** (Entity)
- ▶ **Relazione** (Relationship)
- ▶ **Attributi**
 - ▶ di Entità
 - ▶ di Relazione
- ▶ **Ruoli**
- ▶ **IS-A e Generalizzazioni**
- ▶ **Vincoli di identificazione e di cardinalità**

Modello Entità-Relazione

Il modello **Entità - Relazioni** schematizza la realtà in termini di **Entità** e di **Relazioni** fra di esse.

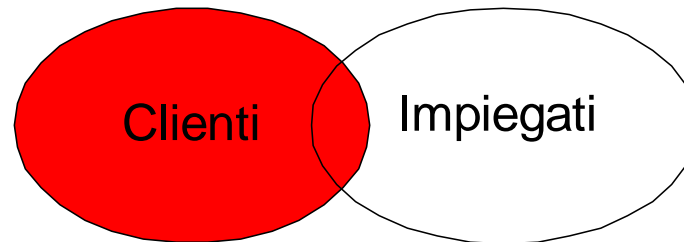
▶ **Entità**

- ▶ è un oggetto del mondo reale che si distingue da altri oggetti
- ▶ è difficile da definire a parole, ma operativamente si comprende
 - ▶ Es. Enrico Rossi con un dato CF è una entità, poiché identifica una particolare persona
 - ▶ può essere concreto, come un libro
 - ▶ può essere astratta, come una vacanza

Modello Entità-Relazione

▶ Entity-Set

- ▶ è un insieme di entità dello stesso tipo, identificate da un nome
 - ▶ Es. l'insieme delle persone che hanno un conto in banca può essere definito come l'Entity-Set Cliente.
- ▶ gli Entity-Set possono non essere disgiunti
 - ▶ definendo gli Entity-Set Cliente ed Impiegato, posso avere un impiegato che è anche cliente della banca (ossia ha un conto in banca)



Modello Entità-Relazione

▶ **Attributo**

- ▶ è una proprietà dell' entità, di interesse ai fini dell'applicazione
- ▶ una entità è identificata da un insieme di valori detti attributi
 - ▶ per l'entità Cliente, attributi possono essere il *nome del cliente*, il *codice fiscale*, l'*indirizzo*
 - ▶ per l'entità Conto, possono essere il *numero di conto* ed il *saldo*
 - ▶ per l'entità Persona, *nome*, *cognome*, *codice fiscale*, ...
- ▶ Tutte le entità di un dato insieme di entità hanno gli stessi attributi
- ▶ Si ricavano dal documento di analisi dei requisiti

Modello Entità-Relazione

- ▶ 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.)
- ▶ Formalmente, un attributo è una funzione definita da un Entity-Set in un dominio

Modello Entità-Relazione

Una **Entità** è descritta dall'insieme delle coppie (attributo, valore)

- ▶ una particolare entità *cliente* è descritta dall'insieme $\{(nome, Rossi), (C.F., I2345656SE3I), (Indirizzo, Via Della Vigna Nuova Firenze) \}$
- ▶ tale entità rappresenta il cliente Rossi con CF I234566S3I che risiede a Firenze in Via Della Vigna Nuova
- ▶ L'Entity Set corrisponde alla nozione di tipo di dato astratto in un linguaggio di programmazione
- ▶ L'entità corrisponde al concetto di variabile

Modello Entità-Relazione

Relazione

- ▶ una relazione è una associazione fra 2 o piu' entità
 - ▶ data l'entità Rossi e l'entità conto corrente numero 1278 (identificata da numero di conto corrente e saldo), si può definire una relazione che associa le due entità
 - ▶ in tal modo si esprime il fatto che Rossi è un cliente con numero di conto 401

- ▶ una relazione viene identificata con un nome

Modello Entità-Relazione

Relationship – Set (Insieme di Relazioni)

- ▶ insieme di relazioni dello stesso tipo
 - ▶ se ne può dare una formalizzazione

Istanza

- ▶ Insieme di Relazioni
- ▶ “Fotografia” dell’insieme di Relazioni in un certo istante

Modello Entità-Relazione

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
- ▶ **Composti:** quando è possibile scomporli in più elementi
 - ▶ es. l'indirizzo, che può essere scomposto in via, n. civico, CAP, città
- ▶ **Opzionali:**
 - ▶ es. n. patente

Diagrammi Entità-Relazioni

Lo schema concettuale realizzato tramite il modello E-R si rappresenta per mezzo dei **diagrammi Entità – Relazioni**

- non esistono notazioni standardizzate per la realizzazione di tali diagrammi, noi ne vedremo una
- esistono degli strumenti che, adottando una particolare notazione, consentono la realizzazione di tali diagrammi (e molto di più)
- es. Visio

Diagrammi Entità-Relazioni

Entità

- ▶ vengono rappresentate tramite rettangoli
 - ▶ in realtà viene rappresentato l' Entity Set, non la singola istanza.



Attributi

- ▶ vengono rappresentati tramite ovali



Modello Entità-Relazione

Attributi composti

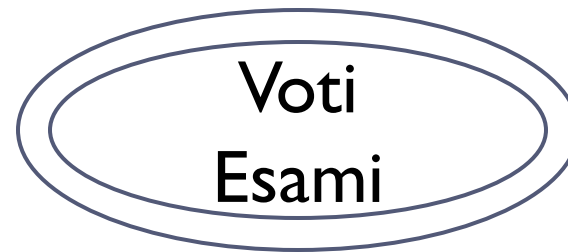
- ▶ Sono attributi che si ottengono aggregando altri (sotto) attributi, i quali presentano una forte affinità nel loro uso e significato
 - ▶ Es.: via, n. civico, città e CAP formano l'attributo composto indirizzo
 - ▶ Nel caso di presenza di più attributi multivalore, la creazione di un attributo composto può rendersi necessaria per evitare ambiguità



Modello Entità-Relazione

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

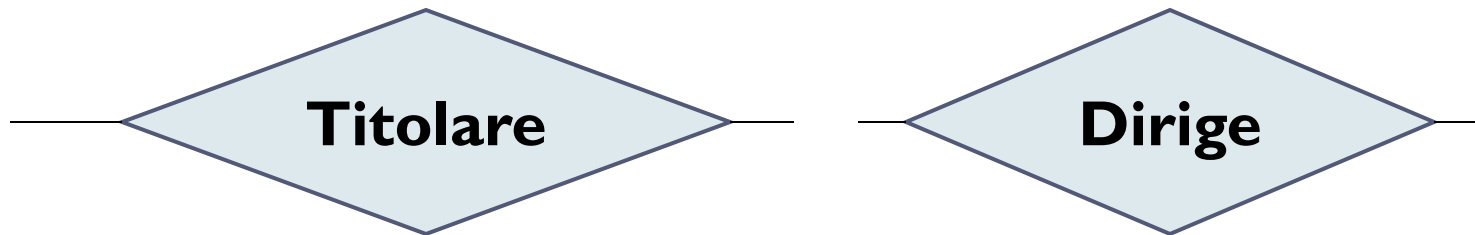


Diagrammi Entità-Relazioni

Relazioni

- ▶ vengono rappresentate tramite rombi

ES:



- ▶ Le **associazioni** fra attributi ed entità, relazioni ed entità, attributi e relazioni vengono rappresentate tramite linee.

Concetto di Chiave

- il concetto di **CHIAVE** serve per distinguere le entità e le relazioni
- concettualmente ogni entità e relazione è distinta dalle altre, ma occorre una definizione pratica, operativa, che sia significativa per il DB.
- ciò avviene tramite gli attributi

Concetto di Chiave

- Un insieme di attributi che consentono di identificare univocamente una entità all'interno di un Entity-Set costituiscono una **SUPERCHIAVE**
- il Codice Fiscale permette di individuare univocamente un cliente perché è unico per ogni persona. Il Codice Fiscale è una superchiave
- anche la coppia Codice Fiscale, indirizzo rappresenta una superchiave

La **SUPERCHIAVE** può essere ridondante
(l'intera entità può essere superchiave)

Concetto di Chiave

- ▶ Un sotto-insieme della superchiave che è ancora superchiave ma tale che nessun altro sotto-insieme proprio è superchiave costituisce la **CHIAVE CANDIDATA**. Si tratta di un sottoinsieme “minimo” di attributi che individuano l’entità.
- ▶ Codice Fiscale, oltre che superchiave, è anche chiave candidata
- ▶ la coppia Codice Fiscale, Indirizzo non è chiave candidata, poiché il sottoinsieme proprio Codice Fiscale è superchiave

Concetto di Chiave

- ▶ **CHIAVE PRIMARIA** è la chiave candidata scelta dal progettista del DB per identificare le entità all'interno dell'Entity Set

Concetto di Chiave

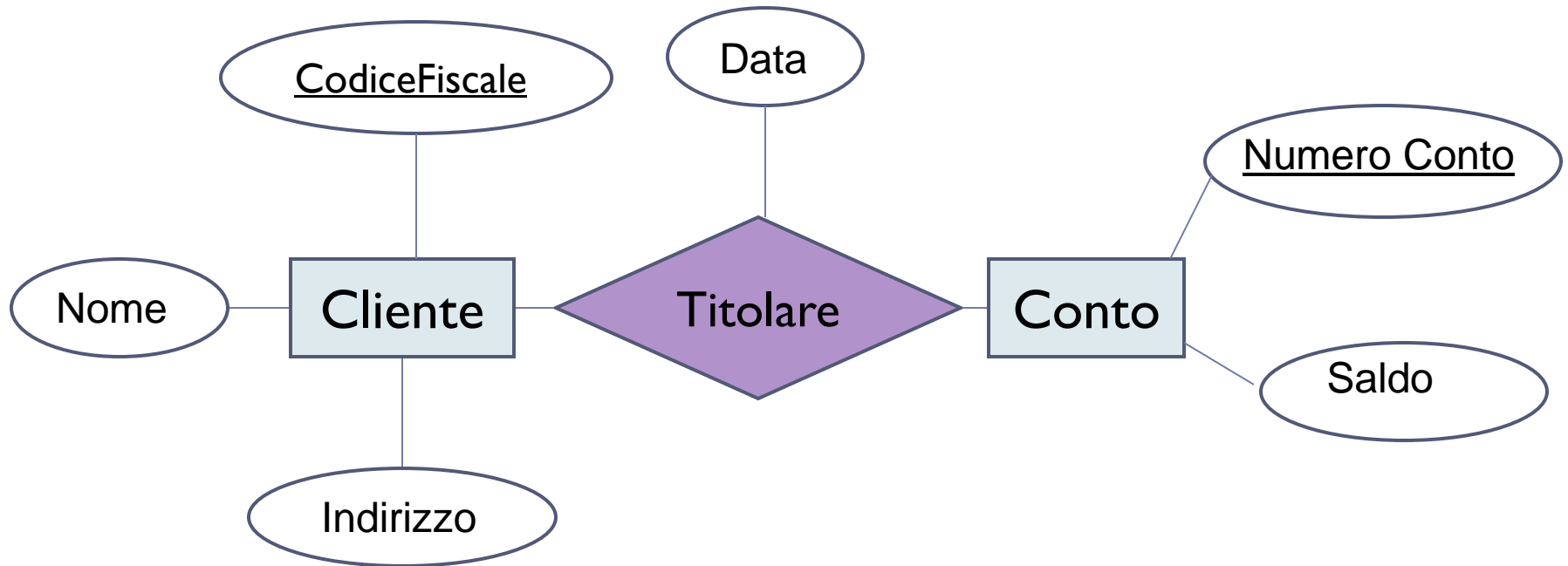
Chiave di una relazione

- ▶ L'unione delle chiavi primarie e degli attributi di una relazione costituisce una superchiave per una relazione
- ▶ tale superchiave è chiave primaria della relazione se la relazione è molti a molti
 - ▶ consideriamo la relazione che lega clienti e conti correnti. Se la relazione è molti - molti, una chiave primaria della relazione è {Codice Fiscale, numero di conto}
 - ▶ se la relazione è uno a molti, {Codice Fiscale} è la chiave primaria, poiché una persona può avere al più un conto

Concetto di Chiave

Rappresentazione delle **CHIAVI PRIMARIE**

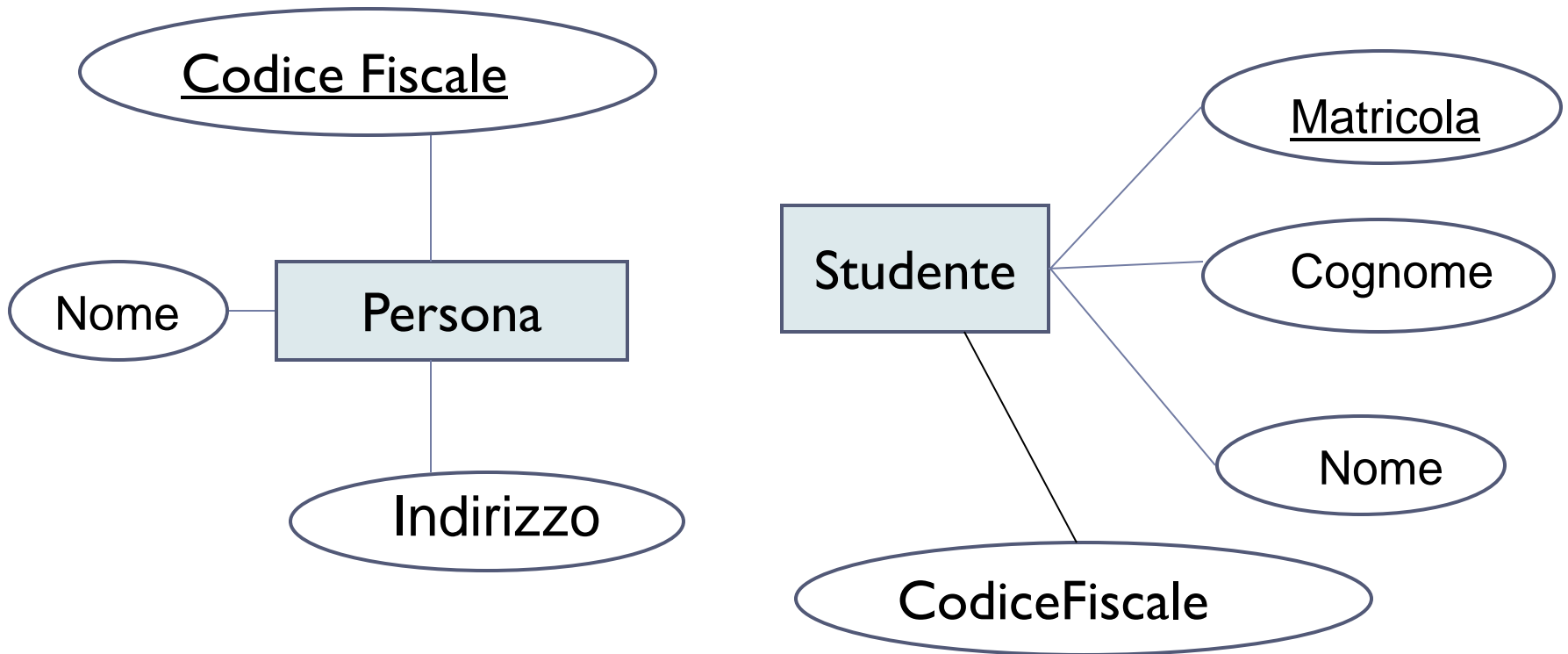
- ▶ si sottolinea l'attributo o gli attributi che costituiscono la chiave



Concetto di Chiave

Rappresentazione delle **CHIAVI PRIMARIE**

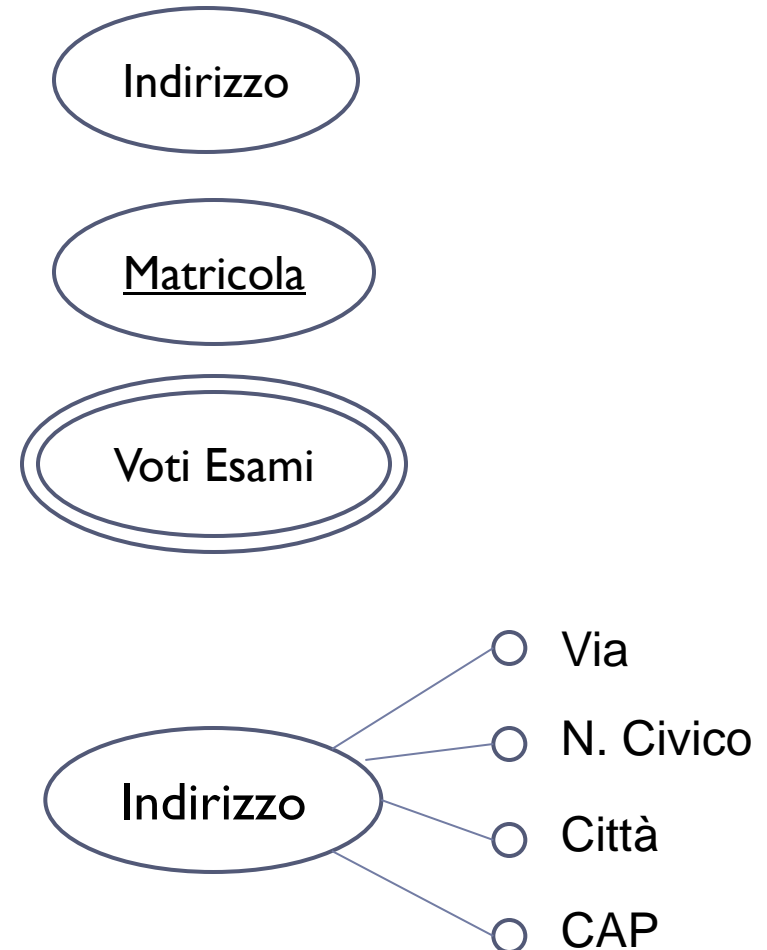
- ▶ si sottolinea l'attributo o gli attributi che costituiscono la chiave



Diagrammi Entità-Relazioni

Notazione per Attributi

- ▶ Gli attributi sono rappresentati mediante ovali collegati alle entità
- ▶ Gli attributi **chiave** sono sottolineati
- ▶ Gli attributi **multivalore** sono rappresentati da doppi ovali
- ▶ Le componenti di un attributo **composto** sono rappresentati da ovali collegati all'attributo composto



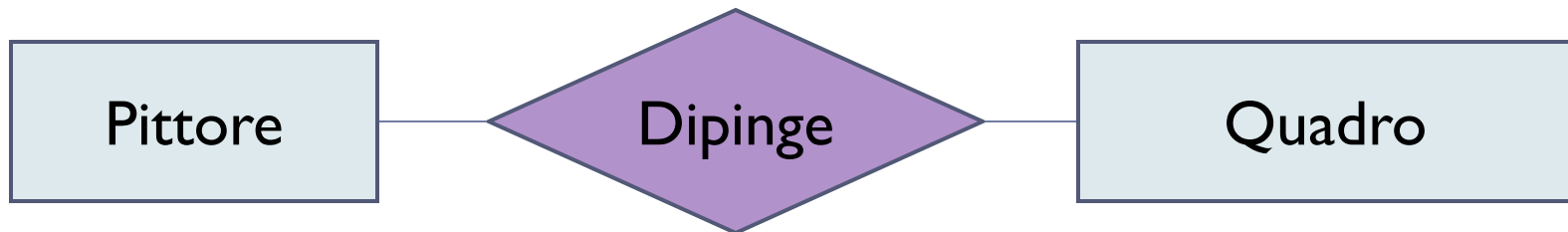
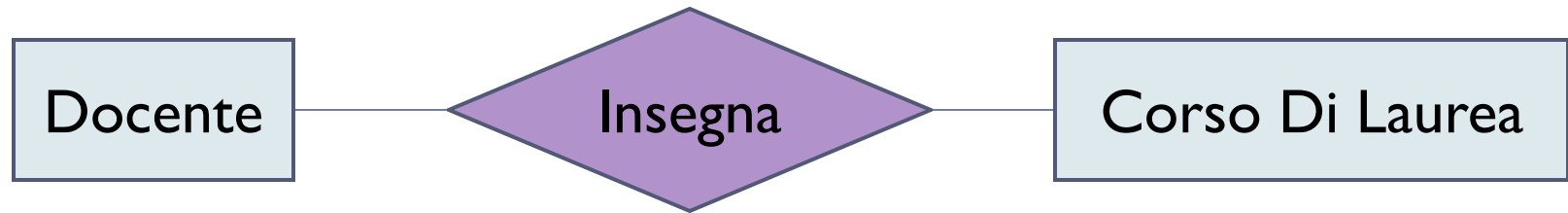
Grado di una Relazione

È il numero di entità che sono coinvolte in una Relazione
(= numero di “rami” della Relazione)

- ▶ Relazione binaria: **grado = 2**
- ▶ Relazione ternaria: **grado = 3**
- ▶ Relazione n-aria: **grado = n**

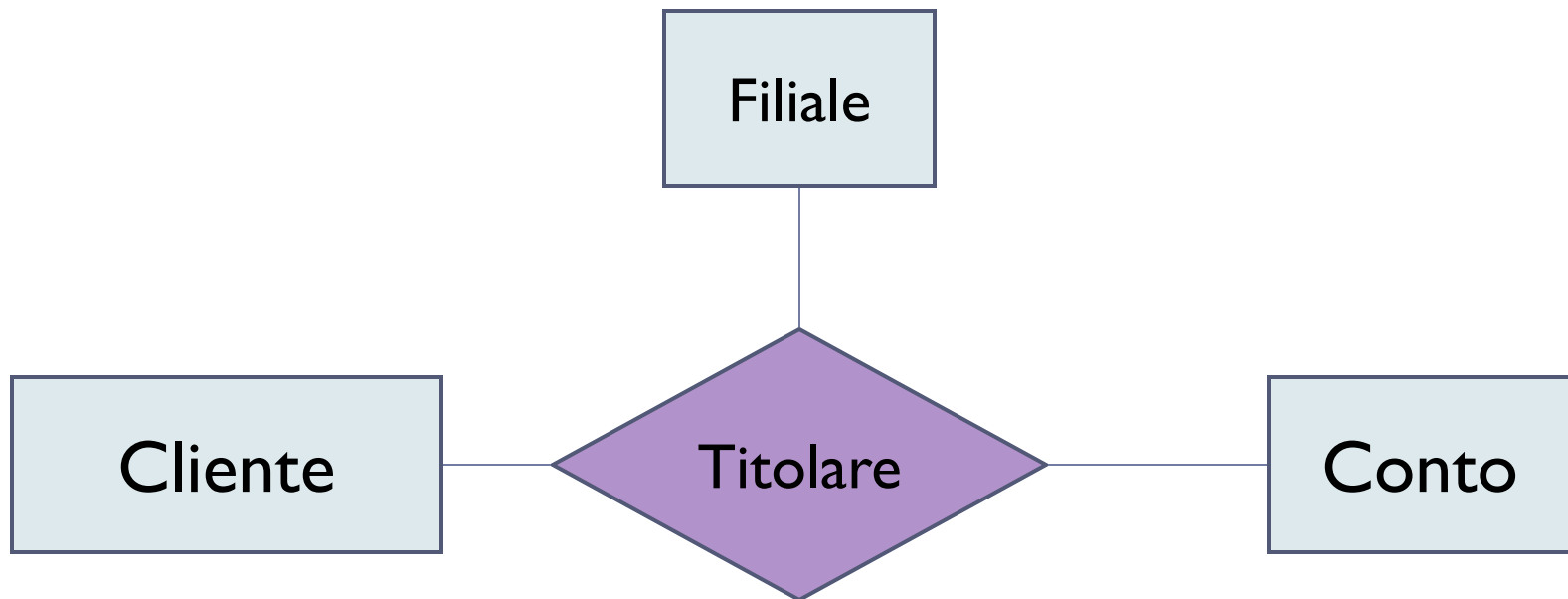
Grado di una Relazione

Relazione binaria: **grado = 2**



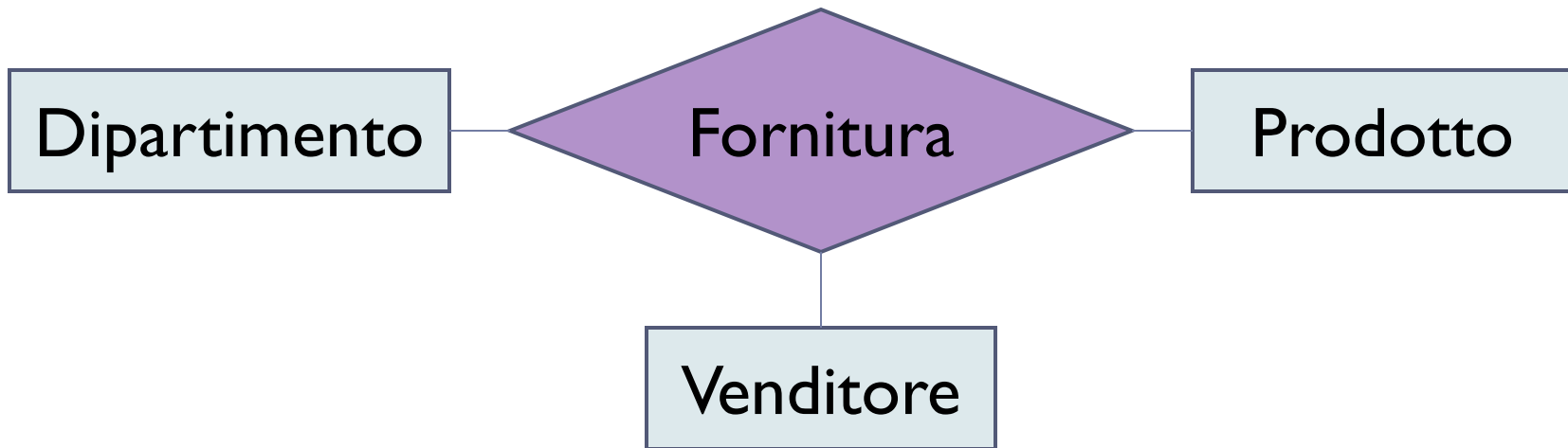
Grado di una Relazione

Relazione ternaria: **grado = 3**



Grado di una Relazione

Relazione ternaria: **grado = 3**

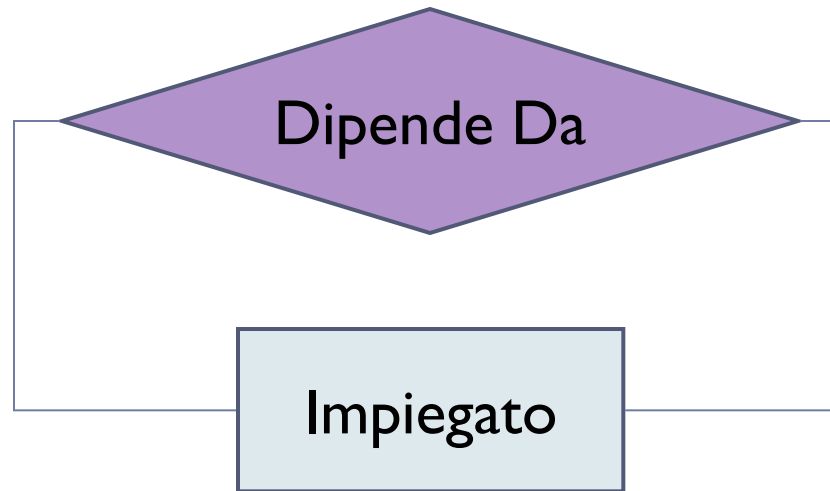


- Il venditore A fornisce stampanti al Dipartimento Personale
- Il venditore B fornisce fotocopiatrici al Dipartimento Ricerca

Relazioni sulla stessa entità

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

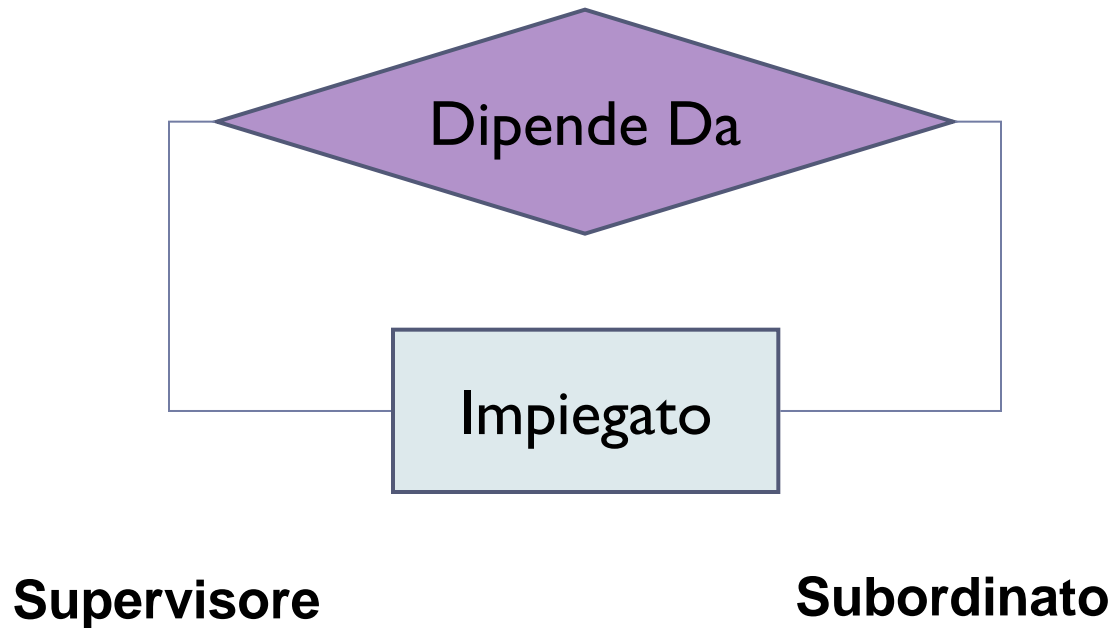
Relazioni sulla stessa entità



PROBLEMA: come individuo chi è il subordinato?

Ruolo

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



Vincoli di integrità

Un **VINCOLO DI INTEGRITÀ** è una regola che si esprime sullo schema ma che specifica una condizione che deve valere **per ogni istanza** dello schema.

I vincoli di integrità nel modello ER:

- Vincoli di **cardinalità sulle relazioni**
- Vincoli di **cardinalità sugli attributi**
- Vincoli di **partecipazione**
- **Altri** vincoli (esterni)

Vincoli di cardinalità sulle 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
 - Default (assenza di vincoli): $\text{min} = 0; \text{max} = N$
 - Vale $0 \leq \text{min} \leq \text{max}$
 - $\text{max} \geq 1$

NOTA: il vincolo di cardinalità si definisce su una relazione, ma in realtà stabilisce una condizione che deve valere per tutte le istanze della entità a cui è associato il vincolo stesso.

Vincoli di cardinalità sulle 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"

Vincoli di cardinalità sulle 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.

I **vincoli di cardinalità** esprimono il numero di entità a cui un'altra entità può essere associata tramite relazioni appartenenti ad uno stesso Relationship Set (relazioni dello stesso tipo).

Vincoli di cardinalità sulle relazioni

Sono dei vincoli “di progetto”, derivanti dall’analisi della realtà che si vuole interpretare

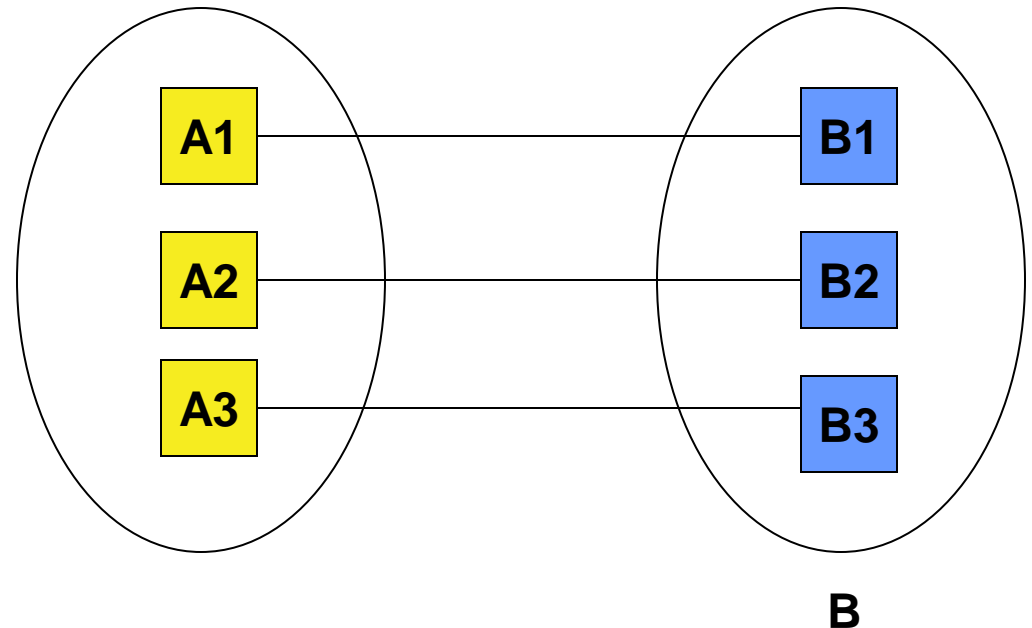
➤ Con riferimento alle cardinalità **massime**:

- ▶ **UNO-A-UNO** (1:1)
- ▶ **UNO-A-MOLTI** (1:N)
- ▶ **MOLTI-A-MOLTI** (M:N)

Vincoli di cardinalità sulle relazioni

UNO a UNO

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



Ad
esem
pio la
relazi
one
*attual
mente
sposa*

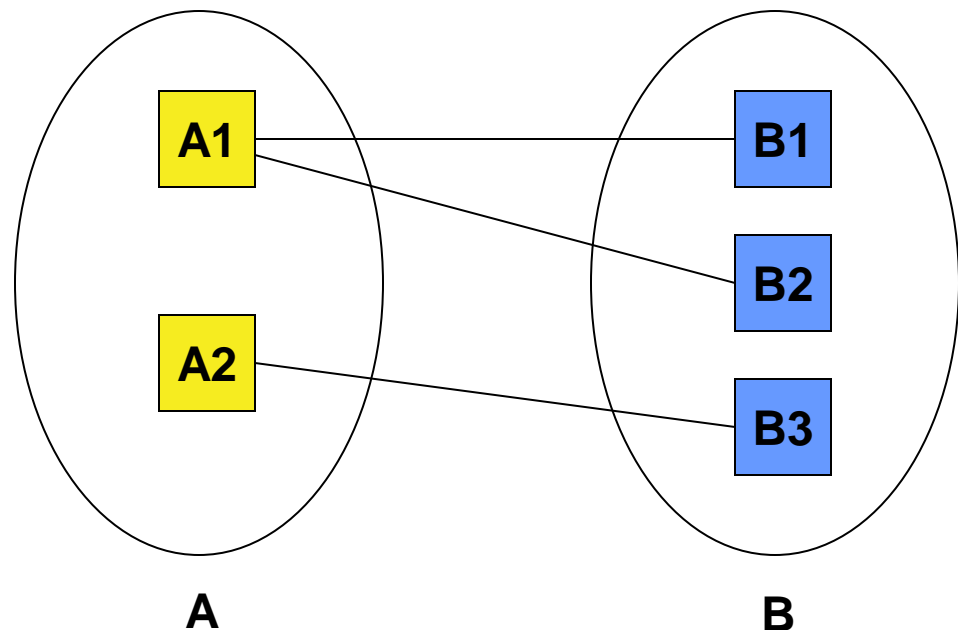
ti:
entità

Vincoli di cardinalità sulle 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

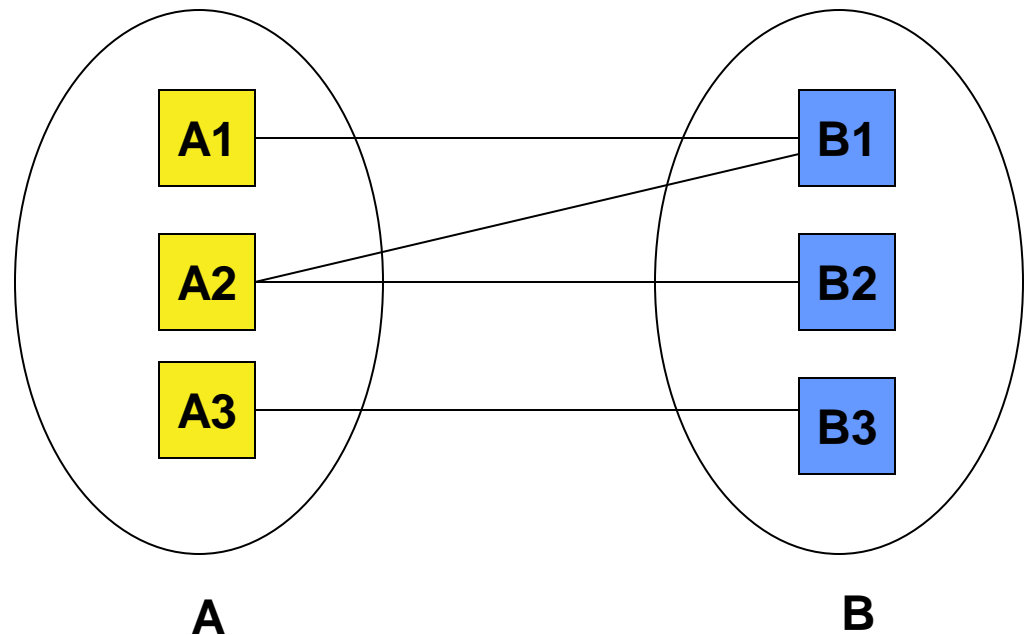


Vincoli di cardinalità sulle relazioni

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



Vincoli di cardinalità sulle relazioni

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)**

Vincoli di partecipazione

Il **vincolo di partecipazione** (o vincolo di cardinalità minima) specifica se l'esistenza di una entità dipende dal suo essere correlata ad un'altra entità mediante una relazione.

Partecipazione Totale

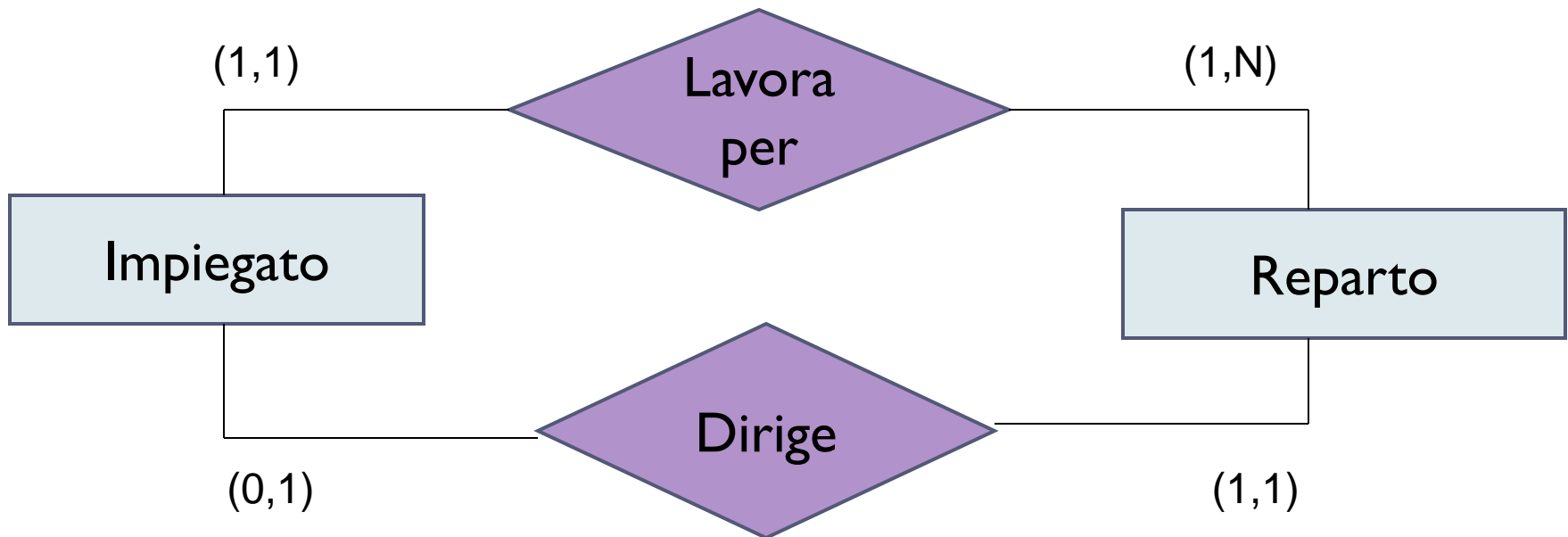
- ▶ Ad esempio, la partecipazione di impiegato a LAVORA PER è totale perchè i requisiti asseriscono che ogni impiegato deve appartenere ad un reparto.

Partecipazione Parziale o Opzionale

- ▶ Ad esempio, la partecipazione dell' entità impiegato a DIRIGE è parziale

Vincoli di partecipazione

La partecipazione di impiegato a LAVORA PER è **Totale**

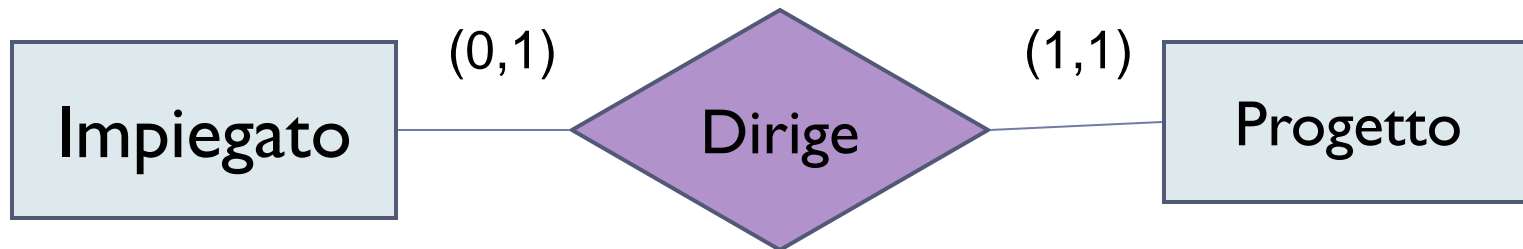


La partecipazione di impiegato a DIRIGE è **Parziale**

Vincoli di cardinalità sulle relazioni

Esempio di relazione 1:1

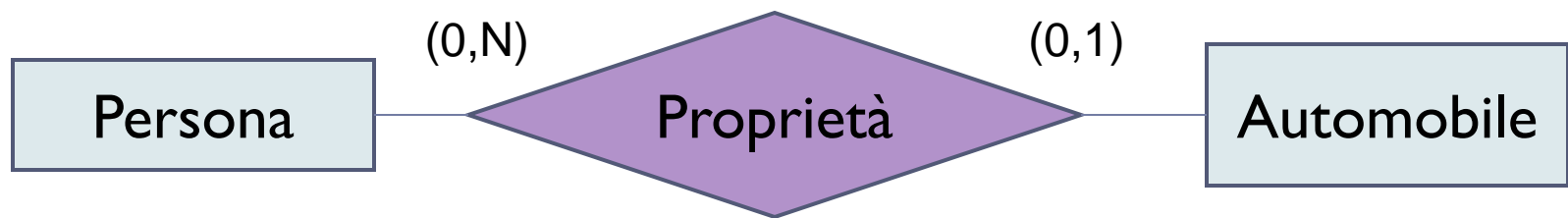
Un impiegato puo' dirigere al più un progetto mentre un progetto e' diretto da un impiegato.



Vincoli di cardinalità sulle relazioni

Esempio di relazione 1:N

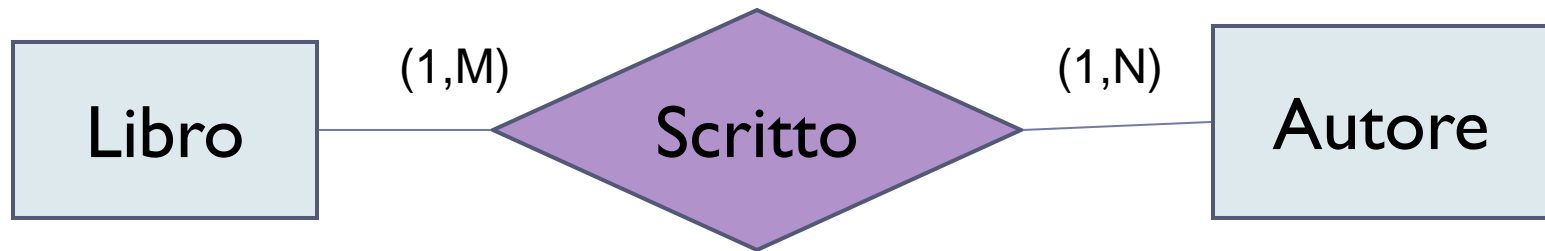
Ogni persona può essere proprietaria di un numero arbitrario di automobili (esistono persone che non posseggono alcuna automobile), ogni automobile può avere al più un proprietario (esistono automobili non possedute da alcuna persona)



Vincoli di cardinalità sulle relazioni

Esempio di relazione M:N

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



Cardinalità degli 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:

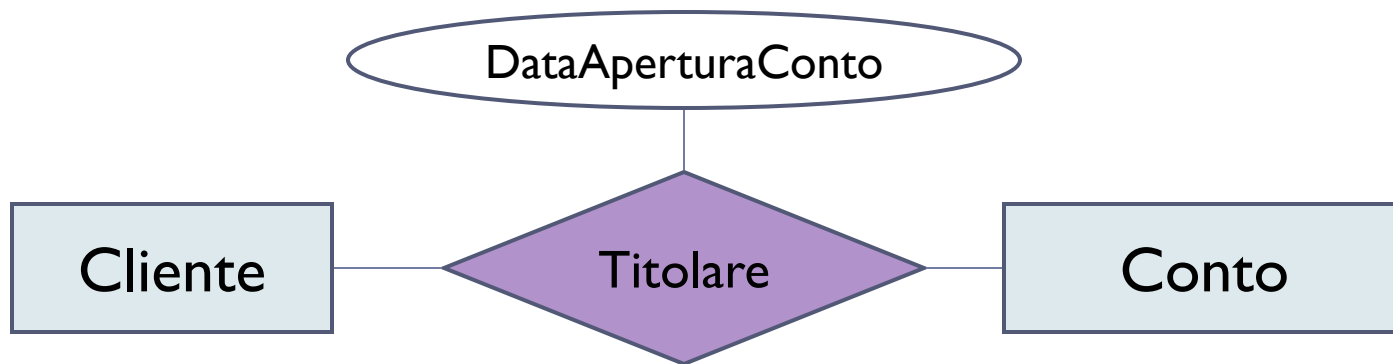
- ▶ **Opzionali:** se la cardinalità minima è 0 (es. n. patente)
- ▶ **Monovalore:** se la cardinalità massima è 1 (es. cod_fiscale)
- ▶ **Multivalore:** se la cardinalità massima è n (es. telefono)

Diagrammi Entità-Relazioni

Attributi delle Relazioni

Una relazione può avere anche degli attributi

- L'attributo può essere spostato ad una qualsiasi delle entità partecipanti nel caso l'associazione abbia rapporto di cardinalità 1:1.
- L'attributo può essere spostato all'istanza partecipante di cardinalità maggiore nel caso l'associazione abbia rapporto di cardinalità 1:N.
- L'attributo deve essere proprio dell'associazione nel caso si abbia rapporto di cardinalità M:N.



Vincoli di cardinalità

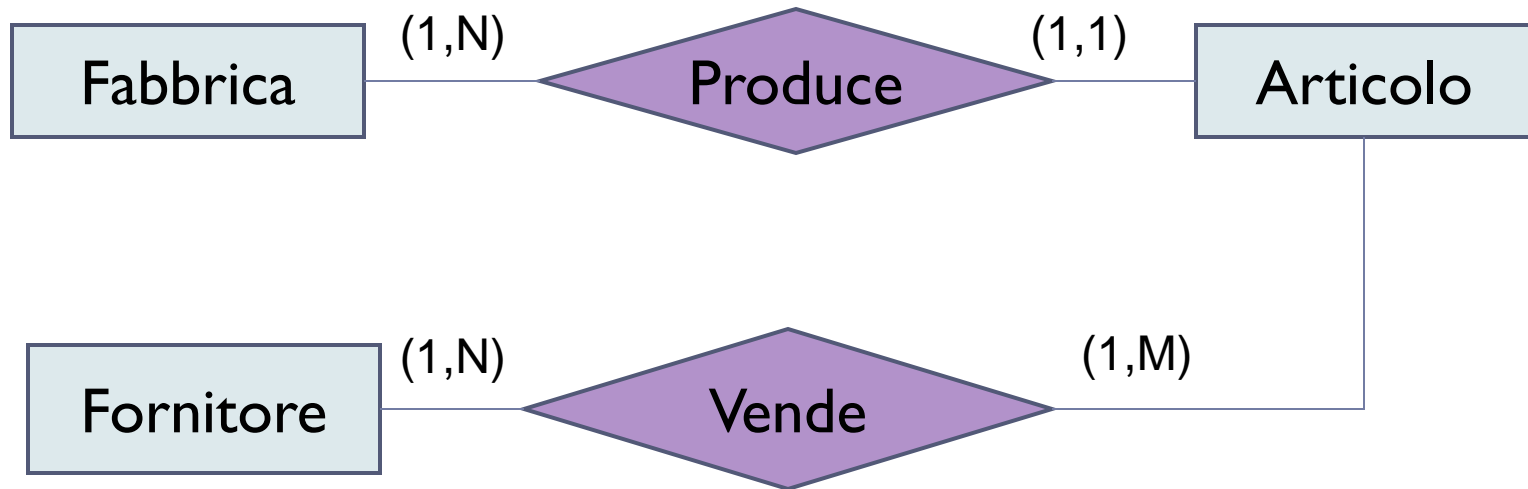
Esercizio:

Si hanno un insieme di fabbriche che producono degli articoli e dei fornitori che li vendono.

Individuare il diagramma E-R e la cardinalità delle relazioni coinvolte.

Vincoli di cardinalità

- ▶ **Cardinalità della relazione Produce** (1:N)
- ▶ **Cardinalità della relazione Vende** (N:M)



Vincoli di dipendenza da esistenza

E' un'altra tipologia di vincolo

- se l'esistenza dell'entità x dipende dall'esistenza dell'entità y allora esiste tale vincolo fra x ed y
- se y viene eliminata, anche x deve essere eliminata
 - y è detta l' **entità dominante**
 - x l' **entità subordinata**

Vincoli di dipendenza da esistenza

Esempio:

Si considerino le entità conto e transazione, e la relazione Movimenta fra queste due che specifica che per un dato conto possono esserci molte transazioni.

La relazione Movimenta è una relazione **UNO A MOLTI** da conto verso transazione.

Ogni volta che viene cancellato un conto, devono essere eliminate tutte le transazioni ad esso associate

- ▶ vi è una relazione di dipendenza da esistenza fra conto e transazione

Entità forti e deboli

Entità debole

- Entità per la quale non è possibile individuare una chiave primaria che la identifica univocamente nell'insieme
- Può essere identificata solamente considerando la chiave primaria di un'altra entità (**proprietario**)
- L'insieme entità debole deve partecipare ad una relazione con l'insieme entità proprietario con vincolo di chiave e di partecipazione totale

Entità forti e deboli

Entità debole

Chiave primaria:

E' formata da una chiave primaria dell'entità forte associata a tale entità e dal discriminatore

Discriminatore:

Insieme di attributi che permette di distinguere le entità all'interno dell'entity set associato (ad esempio il numero di transazione)

Entità forti e deboli

Nell'esempio delle transazioni:

- ▶ una transazione è associata ad un conto
- ▶ ma nessuno dei suoi attributi (numero di transazione, data ed importo) è una chiave primaria
- posso avere le stesse grandezze per due transazioni associate a due conti diversi

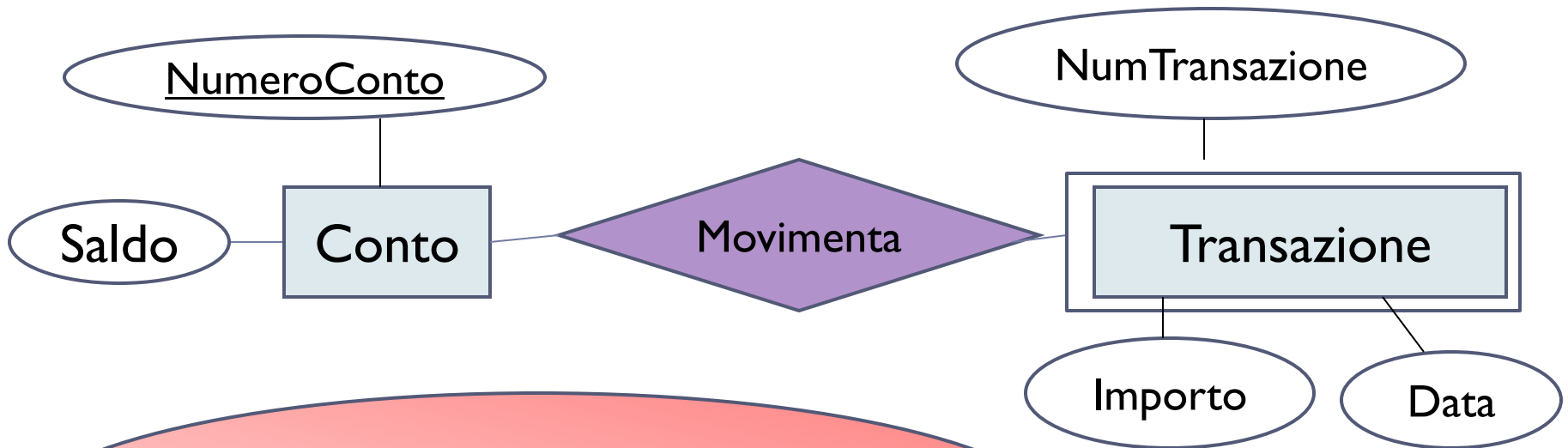


la transazione è legata da un vincolo di esistenza ai conti

Entità forti e deboli

Rappresentazione delle **entità deboli**

Un “doppio rettangolo” rappresenta le entità deboli



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

Modello E-R: Gerarchie ISA

Gerarchie ISA

Rappresentano legami logici tra una entità E (**padre**) e una o più entità E1, E2, ..,EN (**figlie**).

Il padre è più generale delle entità figlie che sono considerate *specializzazioni*.

ISA : IS-A -> "è un"

Es.: Un liceale è uno studente.

Un universitario è uno studente.

Modello E-R: le gerarchie

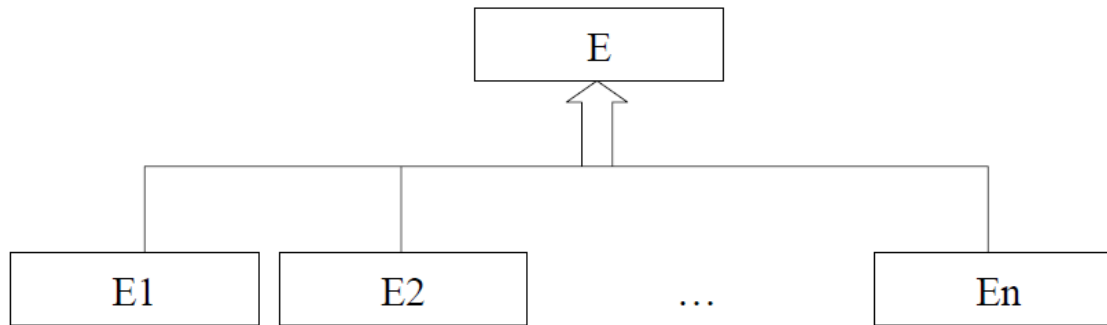
- Alcune entità possono essere molto simili o casi particolari l'una dell'altra
- Risulta utile “porre a fattor comune” le caratteristiche comuni e evidenziare i motivi di distinzione
- Il legame logico che unisce la classe degli attributi comuni (padre) con le sottoclassi specializzate (figli) è la **gerarchia di specializzazione**

Modello E-R: le gerarchie

Un'entità E è una **generalizzazione** di un gruppo di entità E_1, E_2, \dots, E_n se ogni istanza di E_1, E_2, \dots, E_n è anche un'istanza di E

- Le entità E_1, E_2, \dots, E_n sono dette **specializzazioni** di E

Graficamente:

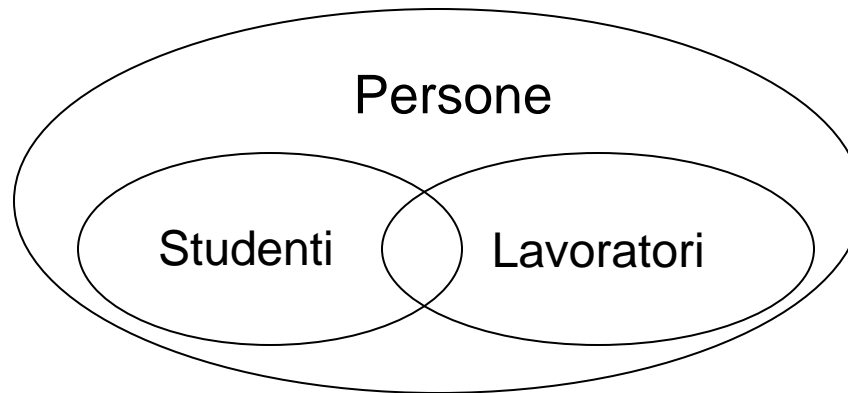


- Gli attributi (proprietà) di E sono ereditati da E_1, E_2, \dots, E_n
- non vanno quindi replicati nello schema, sarebbe un errore!

NOTA: Non è vero il viceversa!

Modello E-R: le gerarchie

Le istanze di due entità che sono figlie della stessa entità possono avere **istanze in comune**



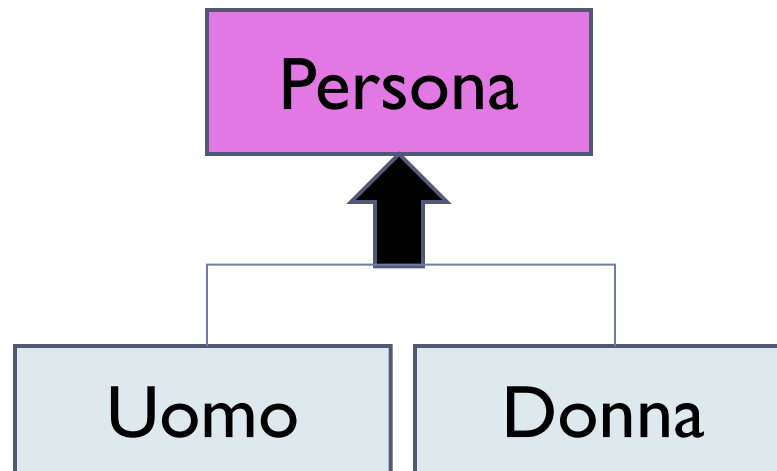
Una generalizzazione può essere di due tipi:

- **Completa:** l'unione delle istanze delle sottoentità è uguale all'insieme delle istanze dell'entità padre
- **Non completa**

Modello E-R: le gerarchie

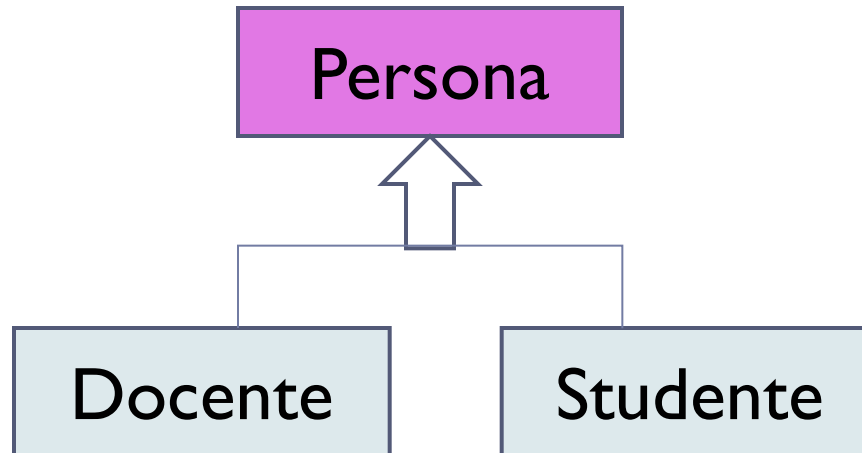
La generalizzazione si indica collegando mediante un arco le sottoentità, e collegando con una freccia tale arco alla entità padre.

La freccia è **nera** se la generalizzazione è **COMPLETEA**.



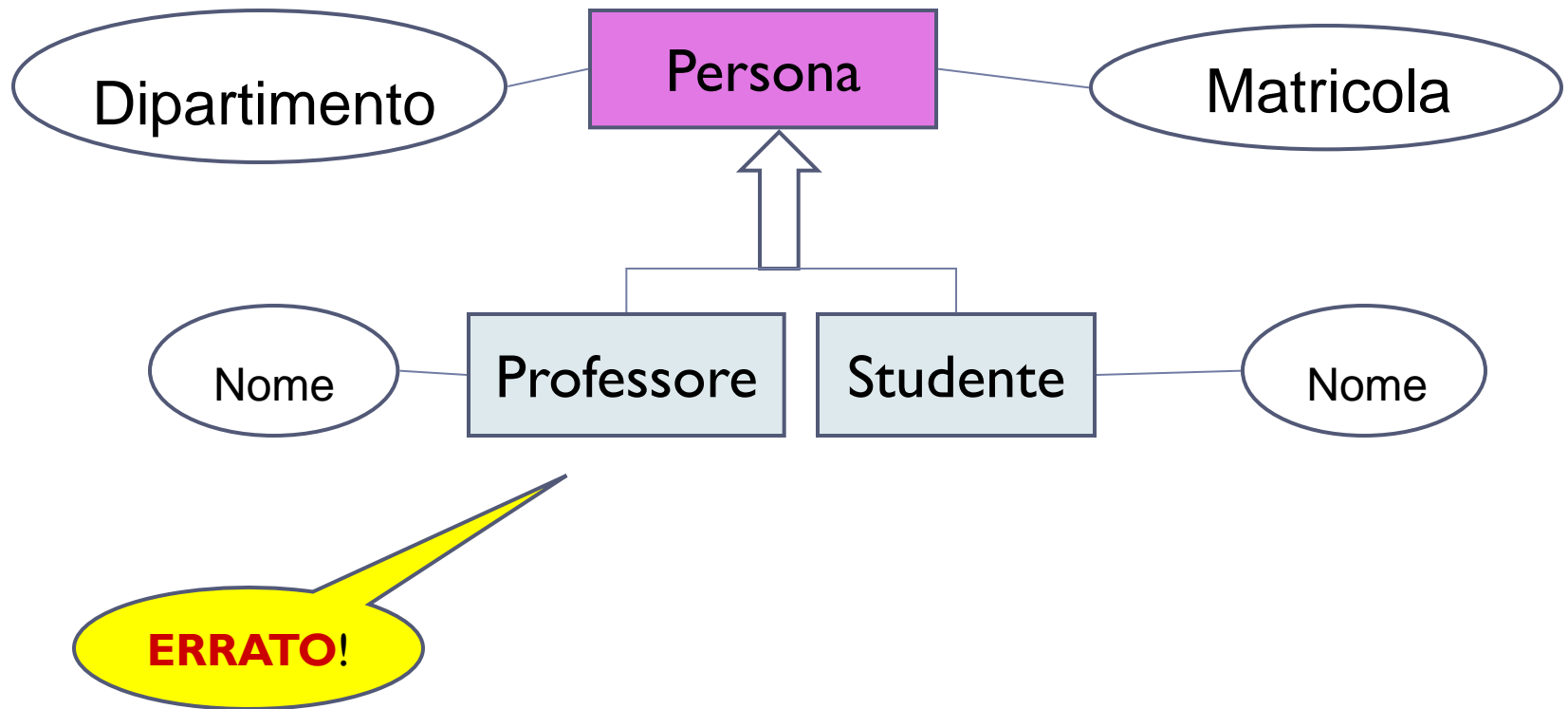
Modello E-R: le gerarchie

La freccia è bianca se la generalizzazione **NON** è **COMPLETA**.



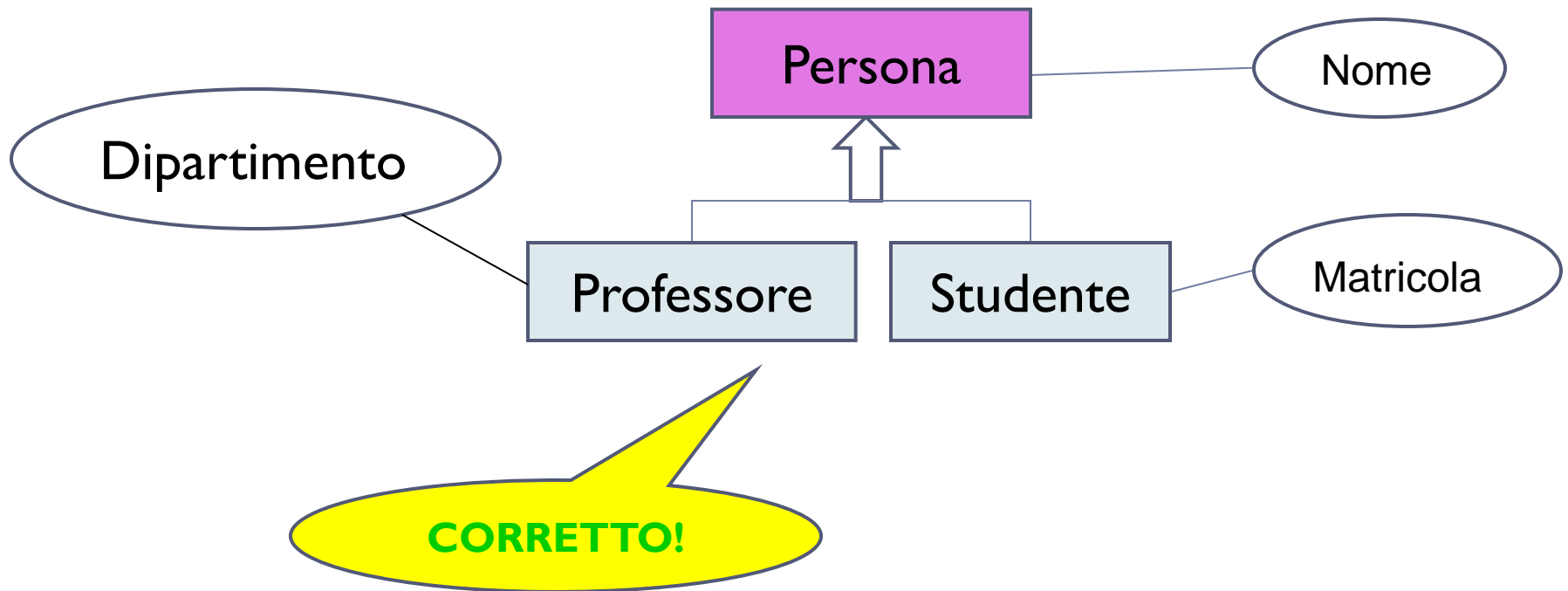
Ereditarietà delle proprietà

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



Ereditarietà delle proprietà

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



Esempio di schema concettuale

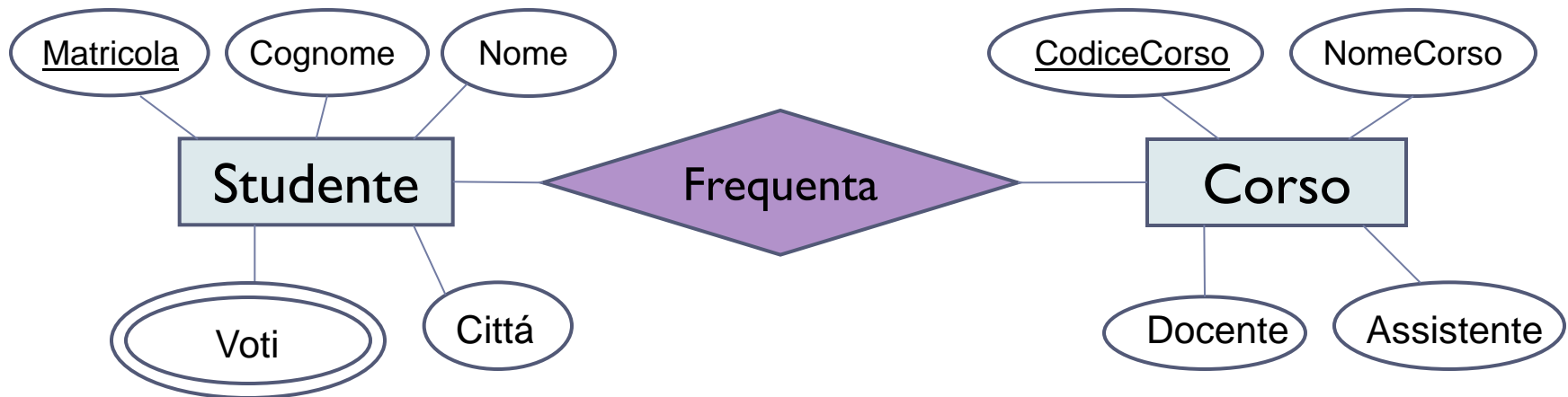
Siamo nella realtà universitaria, con entità studente e corso e relazione Frequenta.

Chiavi:

- ▶ Matricola
- ▶ Codice del Corso

Attributo multiplo:

- ▶ i voti degli esami



Esempio di schema concettuale

Descrivere lo **schema concettuale** corrispondente alle seguenti specifiche:

Le persone hanno un Codice Fiscale, Cognome, Nome e Data di Nascita.

Gli uomini hanno anche la posizione militare, e le donne anche il numero di maternità.

Gli impiegati hanno lo stipendio.

I liberi professionisti hanno Partita IVA.

Esempio di schema concettuale

