

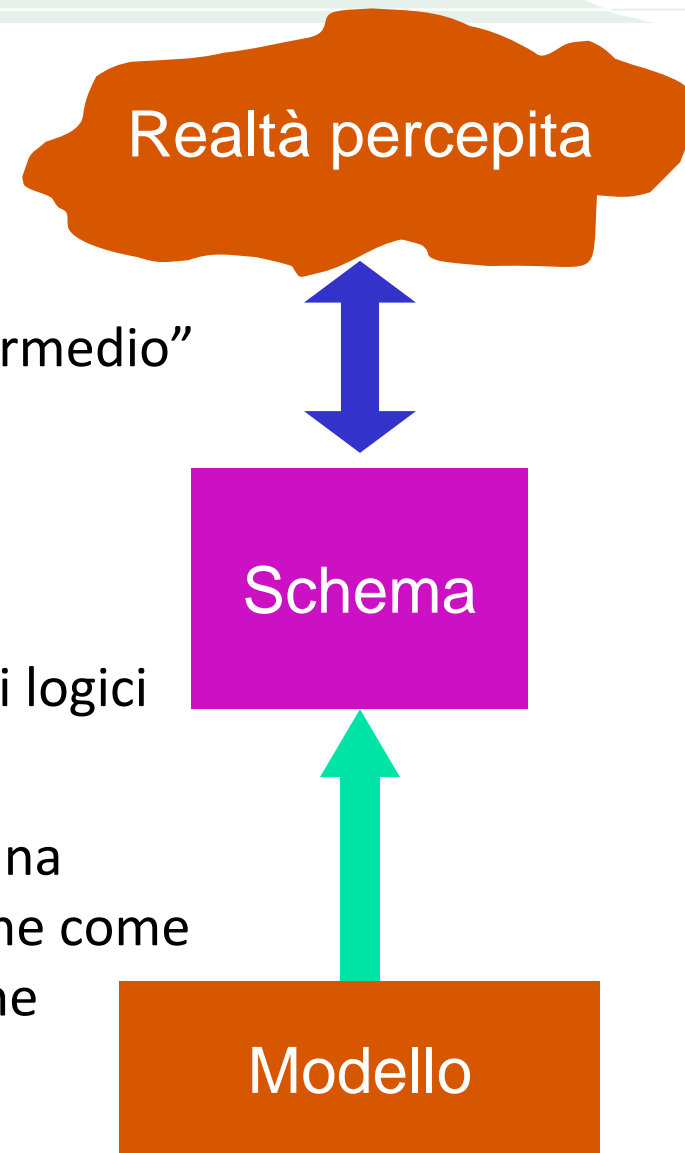
Il modello Entity-Relationship: elementi di base

Sistemi Informativi T

Versione elettronica: [06.1.ER.base.pdf](#)

I modelli concettuali dei dati

- Vogliamo pervenire a uno schema che rappresenti la realtà di interesse in modo **indipendente dal DBMS**
- Cerchiamo quindi un livello di **astrazione** “intermedio” tra sistema e utenti, che sia al tempo stesso:
 - **Flessibile**
 - **Intuitivo**
 - **Espressivo**... tutte caratteristiche che mancano ai modelli logici
- I modelli concettuali prevedono tipicamente una rappresentazione grafica, che risulta utile anche come strumento di documentazione e comunicazione



Modello Entity-Relationship

- Uno “standard de facto” per la progettazione concettuale
 - Ha una rappresentazione grafica
 - Esistono molti dialetti E/R, che spesso si differenziano solo per la notazione grafica adottata
 - Concetti di base:
 - Entità (entity)
 - Associazione (relationship)
 - Attributo
- e inoltre:
- Vincolo di cardinalità
 - Identificatore
- e altro che vedremo nella seconda parte
- Introduciamo i concetti di base parlando dei “**meccanismi di astrazione**” da cui hanno origine

Meccanismi di astrazione

- Quando ragioniamo su un problema usiamo sempre, in funzione del tipo di problema da risolvere, dei **procedimentali mentali** di un certo tipo per arrivare alla soluzione, ovvero

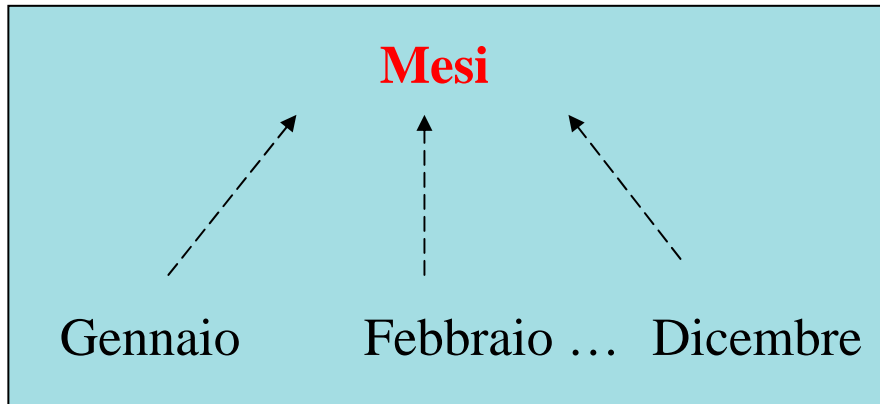
astraiamo dal caso specifico per ricondurci
a un “pattern” più generale che conosciamo

Astrazione: *procedimento mentale che si adotta quando si concentra l’attenzione su alcune caratteristiche, trascurando le altre giudicate non rilevanti*

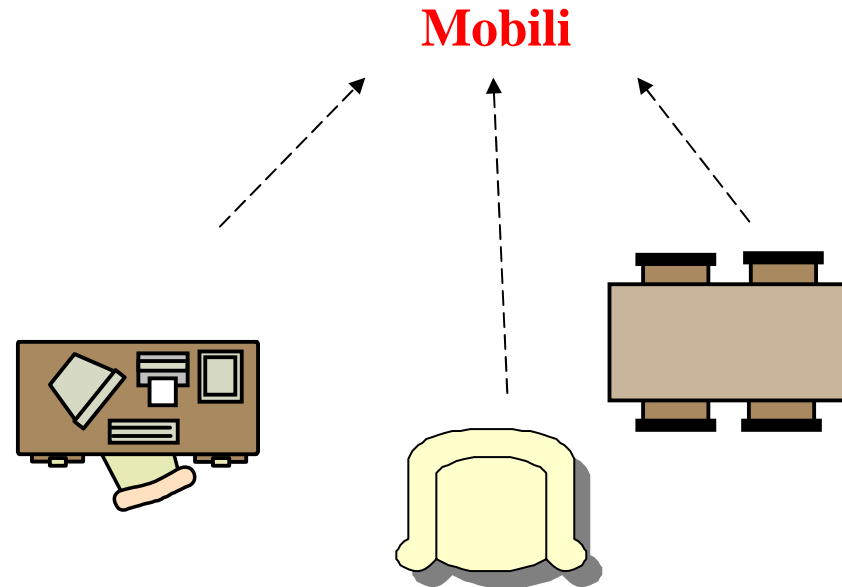
- Nel nostro caso i meccanismi fondamentali di astrazione sono:
 - **classificazione**: identifica classi di oggetti del mondo reale aventi proprietà comuni
 - **aggregazione**: definisce un nuovo concetto a partire da concetti componenti
 - **generalizzazione**: definisce una classe astraendo dalle differenze esistenti tra due o più classi

Astrazione di classificazione

- Definizione di una classe a partire da un insieme di oggetti aventi proprietà (caratteristiche) comuni

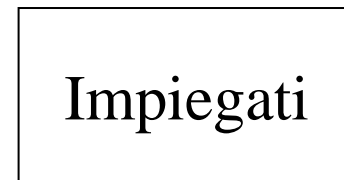
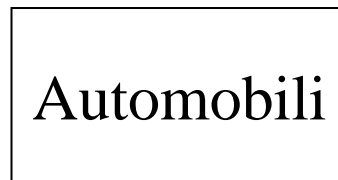


- Febbraio è un'**istanza** (elemento) della classe Mesi
- In generale, dato un insieme di oggetti, le classi definibili non sono univocamente determinate, **dipende da ciò che interessa modellare!**



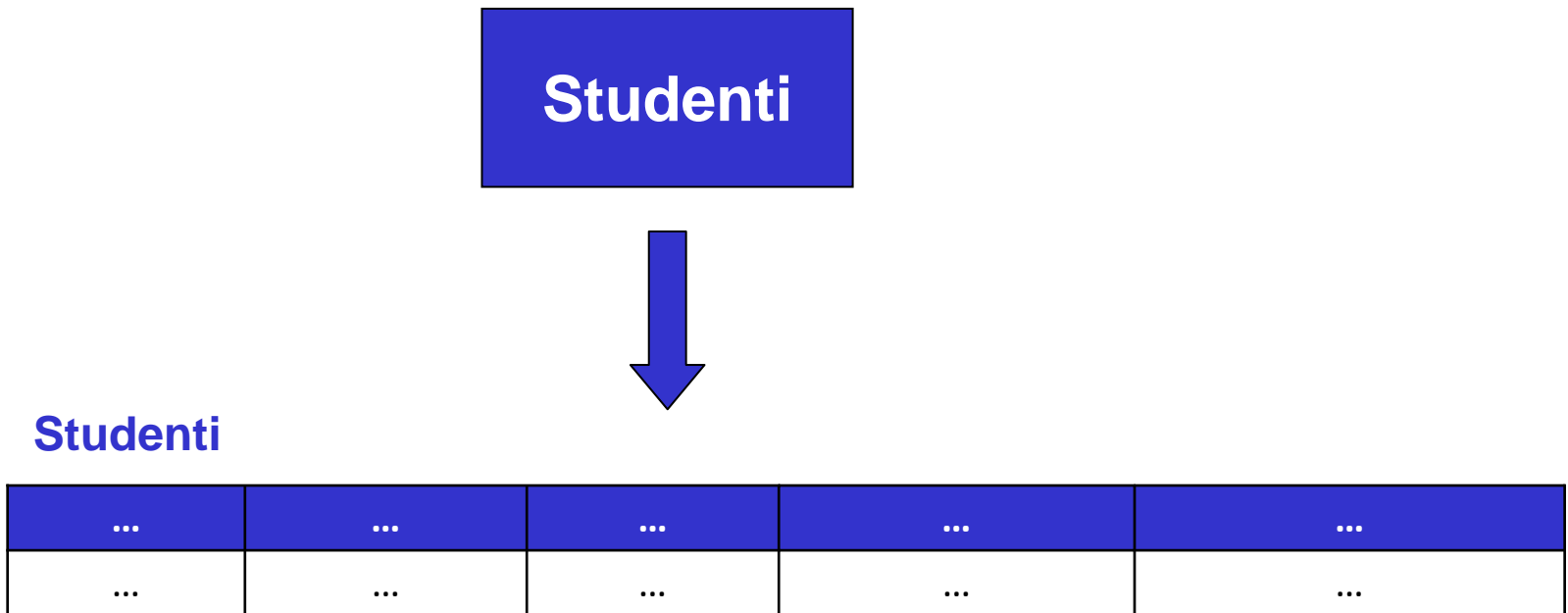
Modello E/R: Entità

- Insieme (classe) di oggetti della realtà di interesse che possiedono **caratteristiche comuni** (es. persone, automobili, ...) e che hanno **esistenza “autonoma”**
- L'**istanza** (elemento) di un'entità è uno **specifico oggetto** appartenente a quella entità (es. io, la mia auto, ...)
- Graficamente un'entità si rappresenta con un rettangolo:



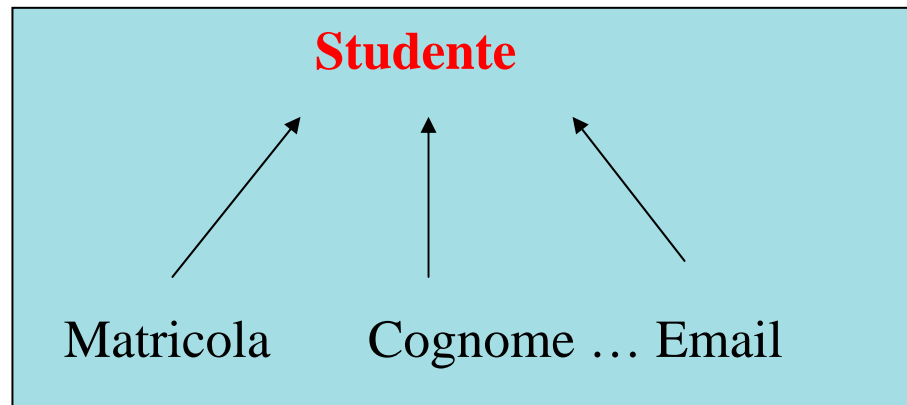
Entità e relazioni

- Data un'entità, **in prima approssimazione** possiamo considerarla “equivalente” a una relazione, di cui però non sappiamo ancora definire lo schema



Astrazione di aggregazione

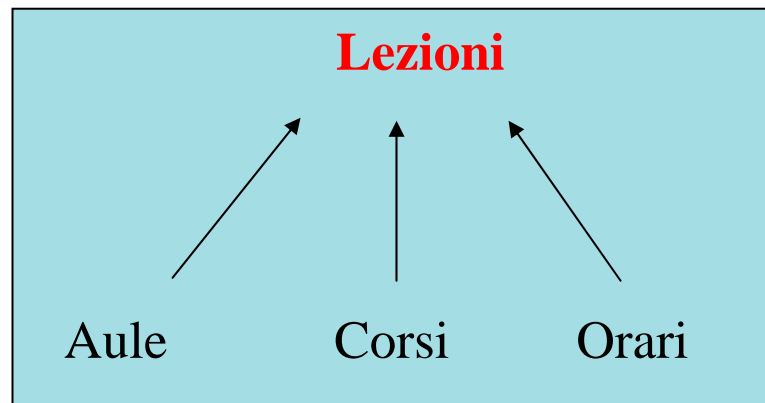
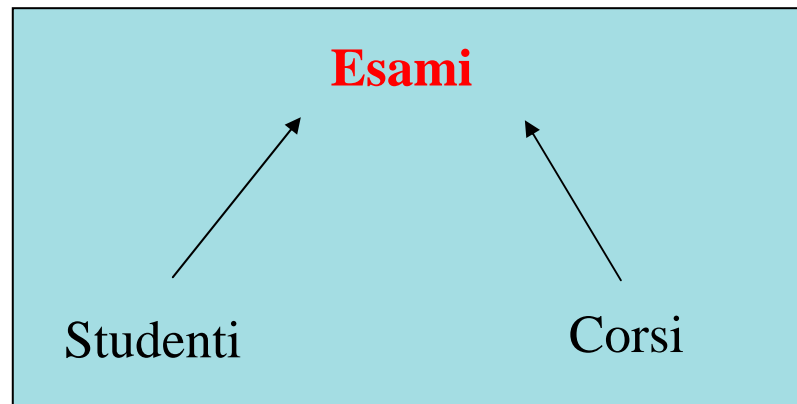
- Definizione di un concetto (classe) a partire da un **insieme di concetti componenti**



- La Matricola è una **parte** (part of) dello Studente
- È la tipica astrazione che viene utilizzata quando si definiscono dei record (tuple)

Aggregazione di classi

- Un caso particolarmente interessante è quando i concetti che vengono aggregati sono delle classi che rappresentiamo come delle entità



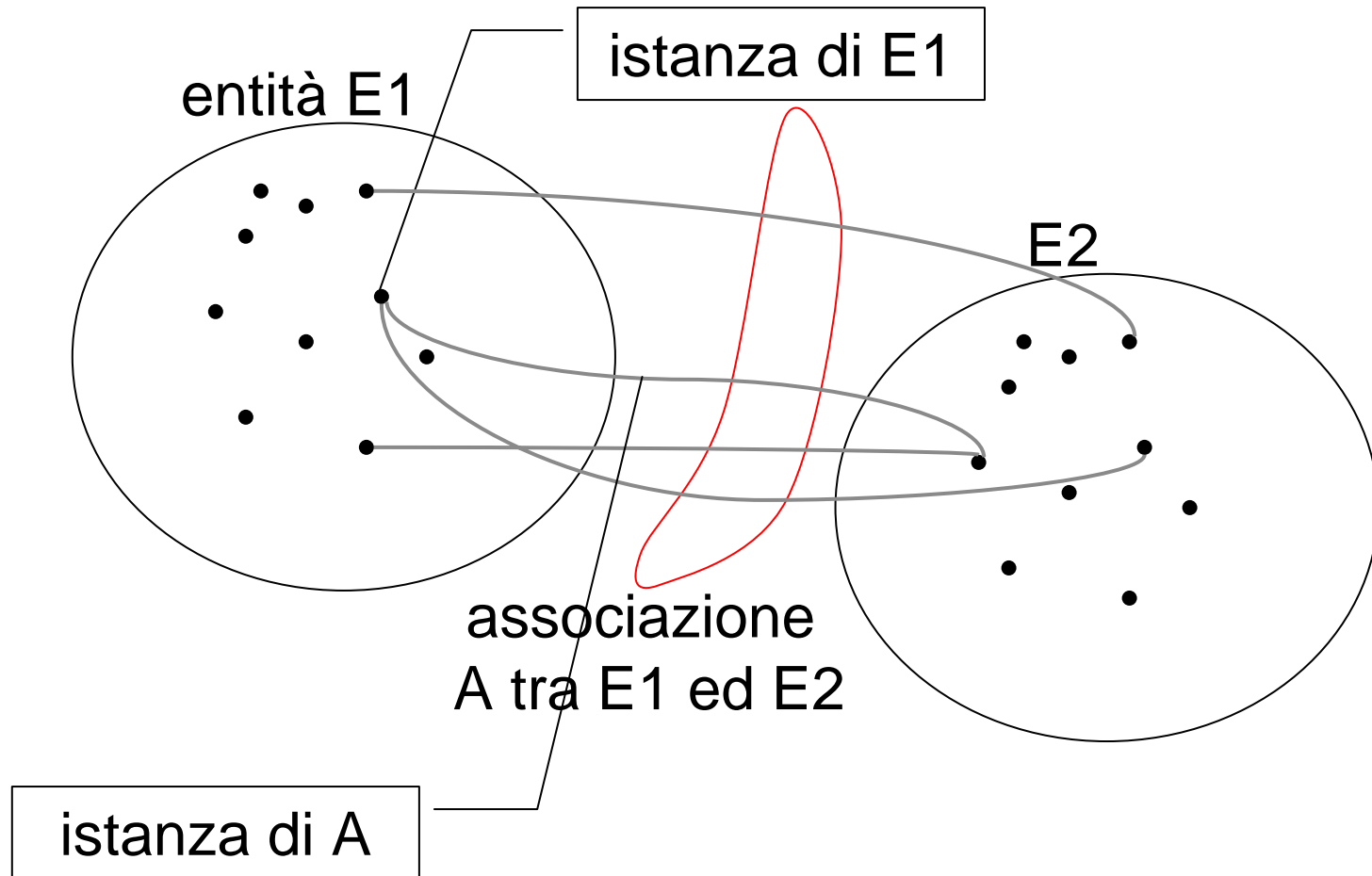
Modello E/R: Associazione

- Rappresenta un **legame logico tra entità**, rilevante nella realtà che si sta considerando
- **Istanza di associazione**: **combinazione** (aggregazione) di istanze delle **entità** che prendono parte all'associazione
- Graficamente un'associazione si rappresenta con un rombo:



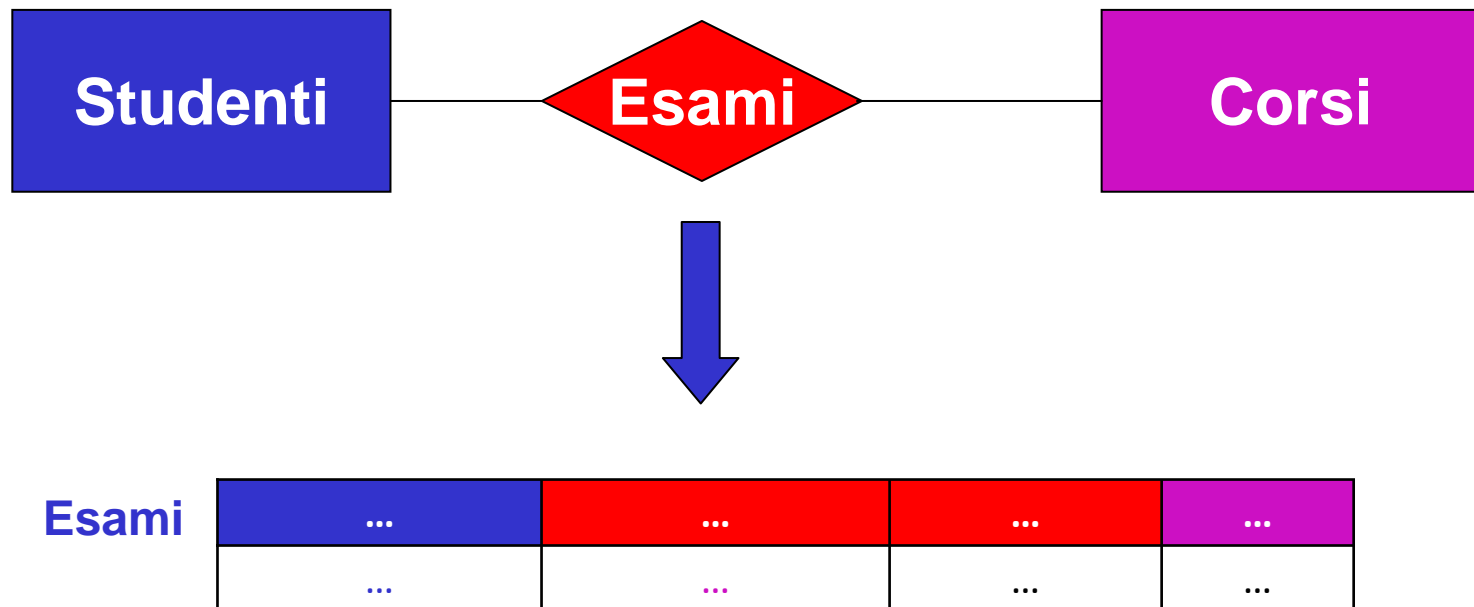
- Se **p** è un'istanza di **Persone** e **c** è un'istanza di **Città**,
la coppia **(p, c)** è un'istanza dell'associazione **Risiedono**

A livello di istanze...



Associazioni e relazioni

- Data un'associazione, **in prima approssimazione** possiamo considerarla ancora “equivalente” a una relazione, di cui però non sappiamo ancora definire lo schema
- Sappiamo solo che dobbiamo in qualche modo mantenere le giuste corrispondenze (istanze dell'associazione) tra le entità coinvolte



Istanze di associazioni: una precisazione

- Per definizione l'insieme delle istanze di un'associazione è un sottoinsieme del prodotto Cartesiano degli insiemi delle istanze di entità che partecipano all'associazione
- Ne segue che **non ci possono essere istanze ripetute nell'associazione**



Se s è uno studente e c un corso, la coppia (s,c) può comparire **un'unica volta** nell'insieme delle istanze di Esami



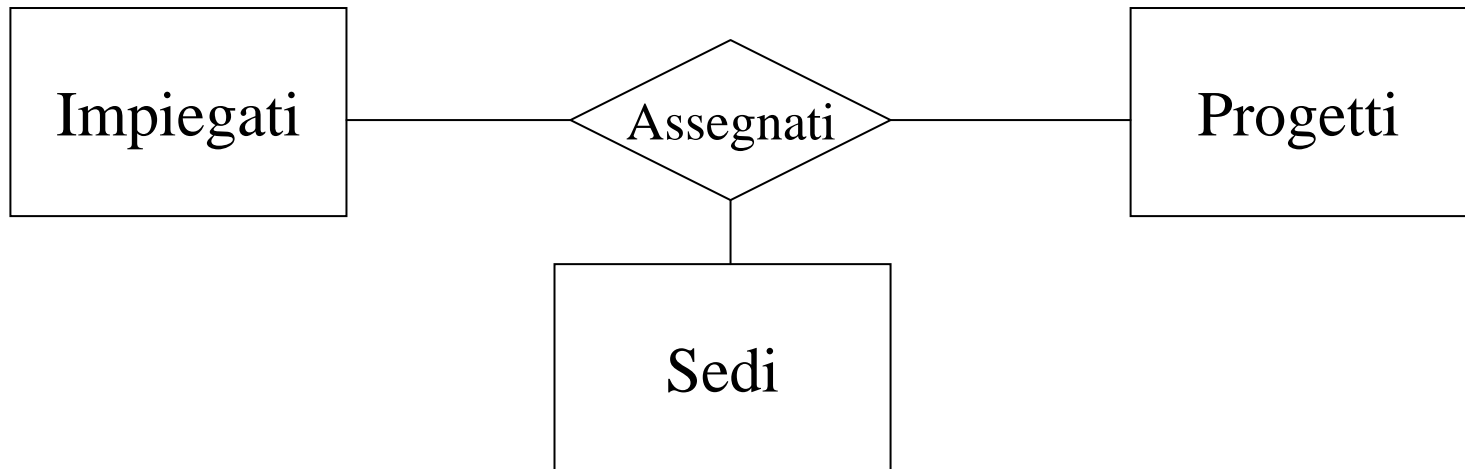
Vedremo in seguito come si può rappresentare la possibilità di sostenere **più volte lo stesso esame**

Grado delle associazioni

- È il numero di istanze di entità che sono coinvolte in un'istanza dell'associazione (= numero di “rami” dell'associazione)
- **associazione binaria**: grado = 2

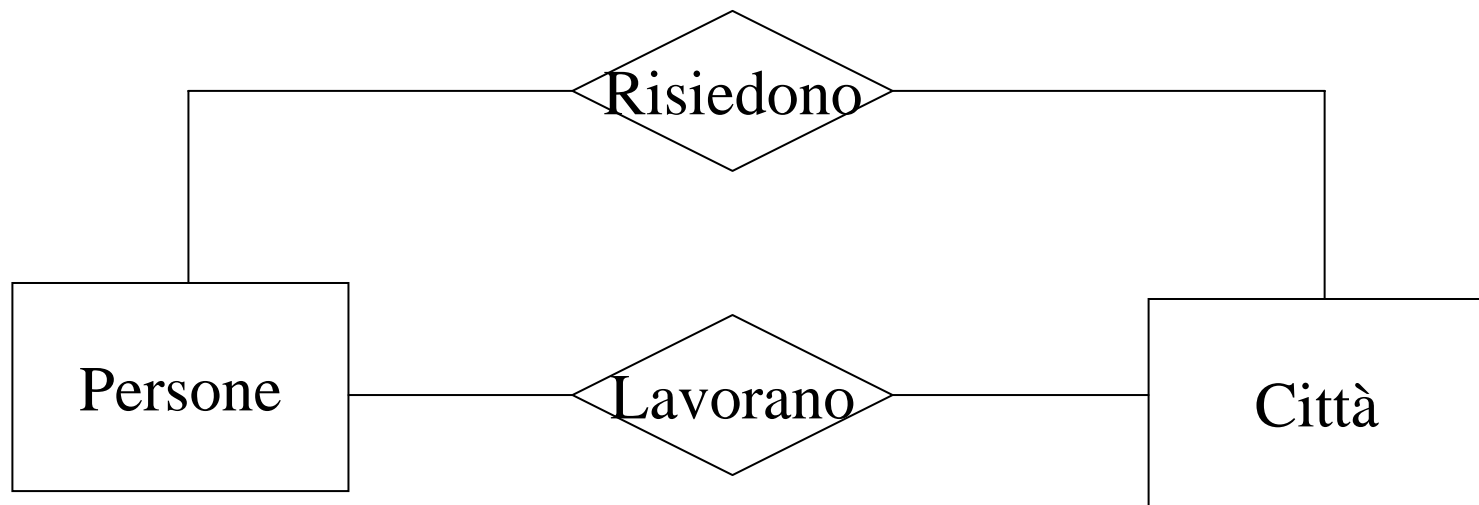


- **associazione ternaria**: grado = 3



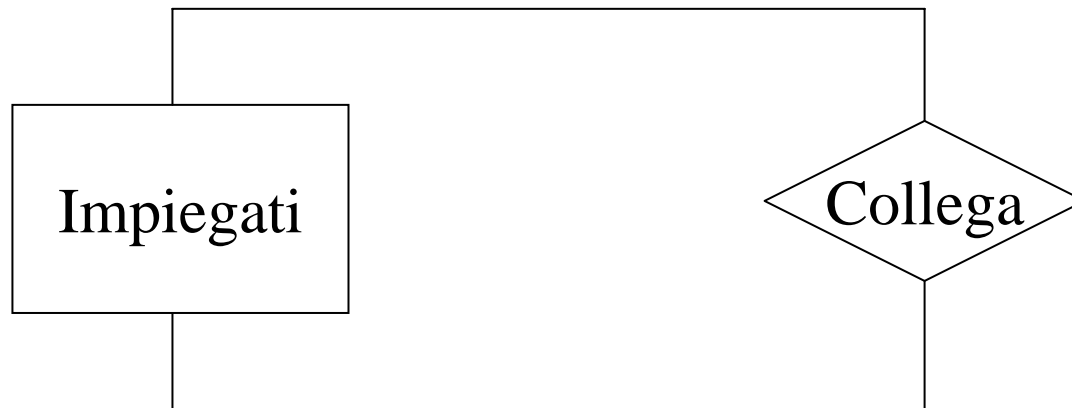
Più associazioni tra le stesse entità

- È possibile stabilire più associazioni, di diverso significato, tra le stesse entità



Associazioni ad anello (1)

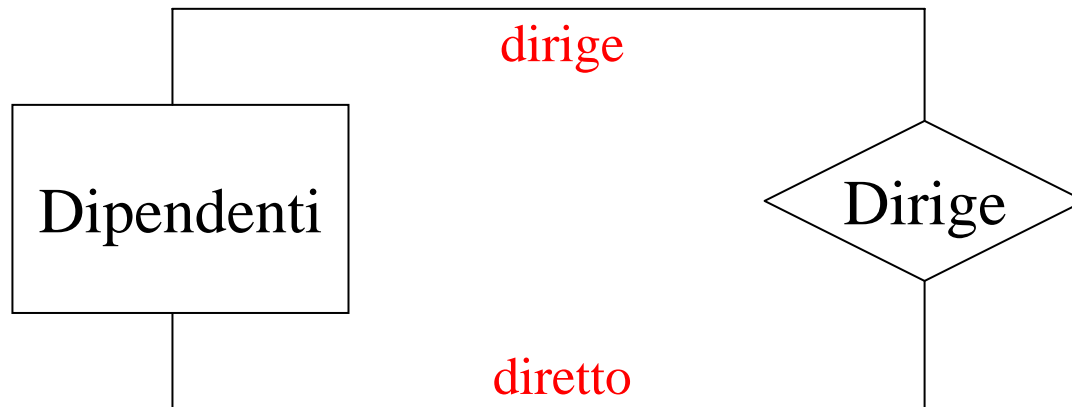
- Un'associazione ad anello coinvolge **più volte la stessa entità**, e quindi mette in relazione tra loro le istanze di una stessa entità



- Un'associazione ad anello può essere o meno:
 - **Simmetrica:** $(a,b) \in A \Rightarrow (b,a) \in A$
 - **Riflessiva:** $(a,a) \in A$
 - **Transitiva:** $(a,b) \in A, (b,c) \in A \Rightarrow (a,c) \in A$
- L'associazione Collega è simmetrica, irreflessiva e transitiva

Associazioni ad anello (2)

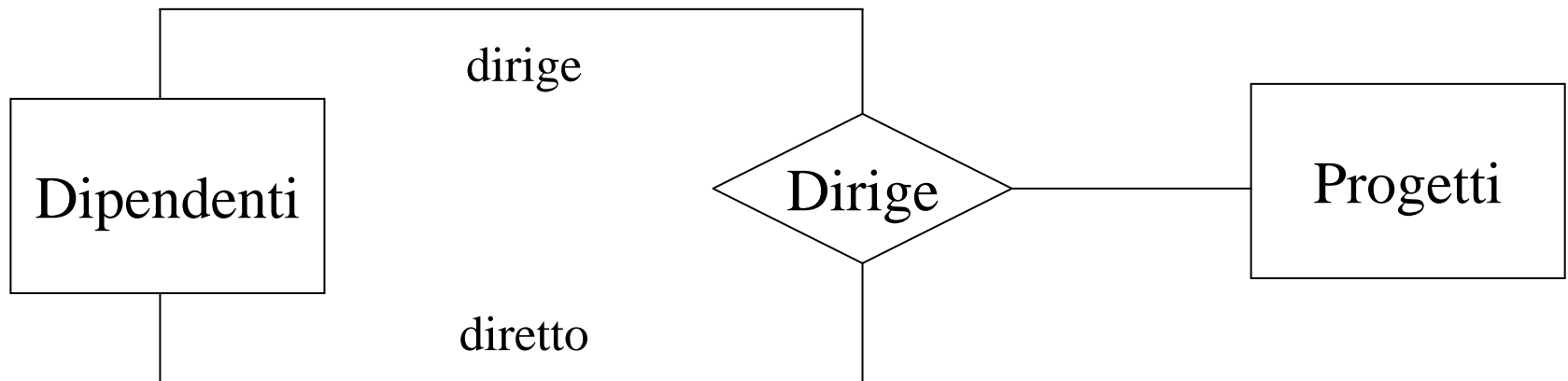
- Nelle associazioni ad anello **non simmetriche** è necessario specificare, per ogni ramo dell'associazione, il relativo **ruolo**



- L'importanza dei ruoli diventerà evidente appena introdurremo i vincoli di cardinalità

Associazioni ad anello (3)

- È possibile avere anelli anche in relazioni n-arie generiche ($n > 2$)



- Il significato di un'istanza $(d1, d2, p)$ è:

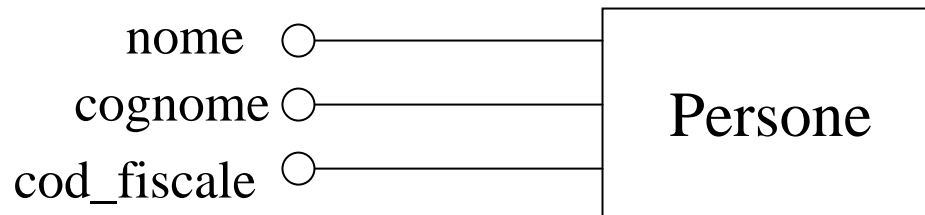
il dipendente d1 dirige il dipendente d2 all'interno del progetto p

Un semplice schema E/R (incompleto!)



Attributi

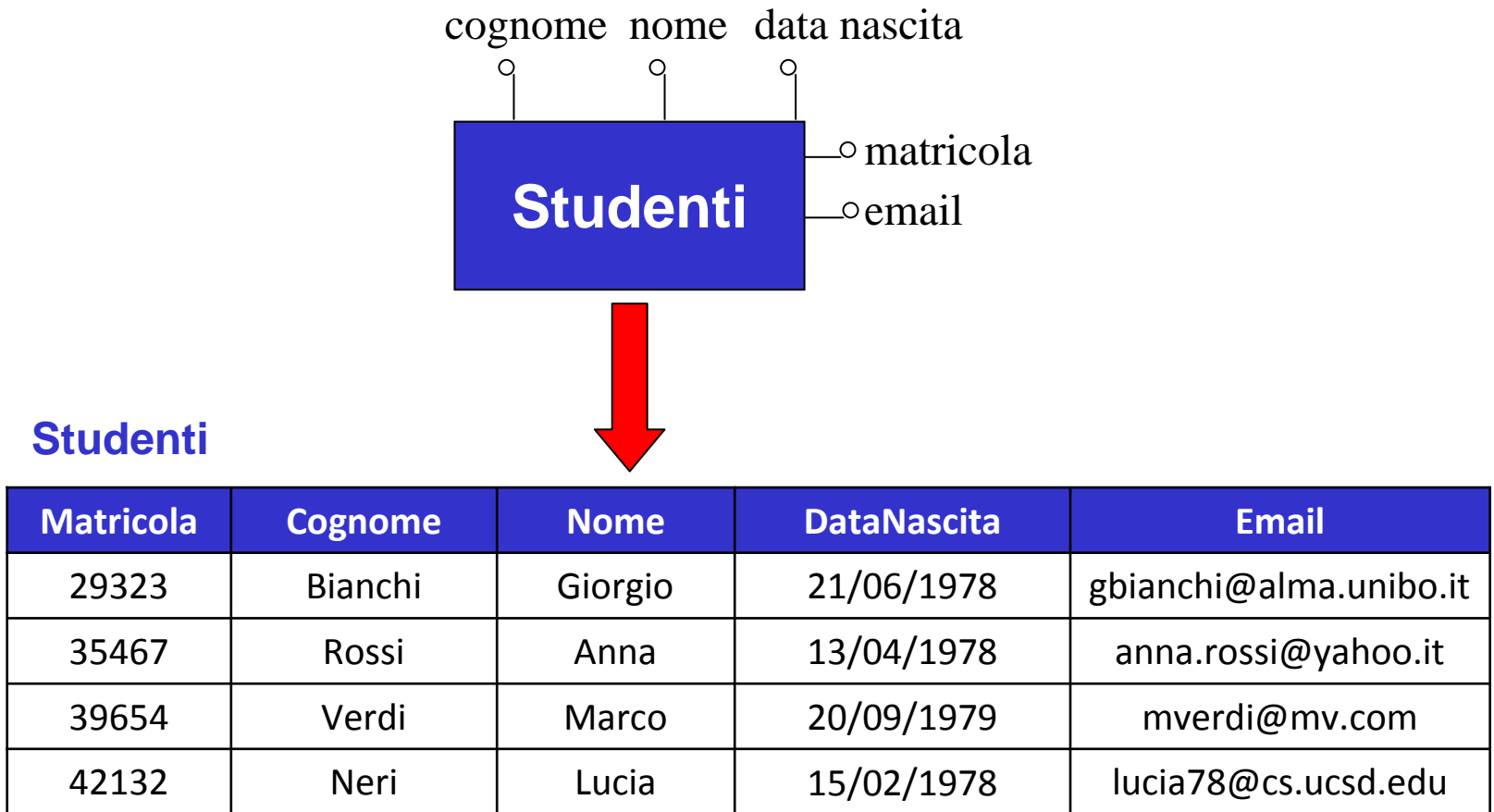
- Un attributo è una **proprietà elementare di un'entità o di un'associazione**
- Graficamente:



- nome, cognome, cod_fiscale sono tutti attributi di Persone
- Ogni attributo è definito su un **dominio di valori**
- Quindi **un attributo associa ad ogni istanza di entità o associazione un valore del corrispondente dominio**

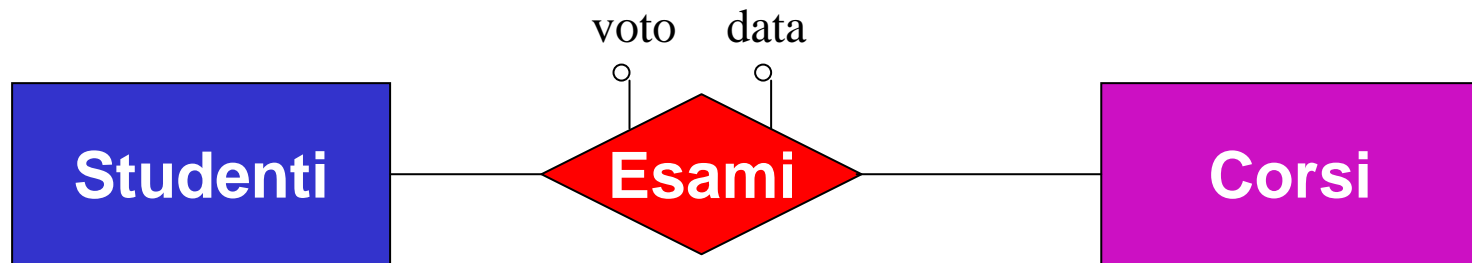
Entità con attributi e relazioni

- Ancora **in modo approssimato**, un'entità con attributi possiamo considerarla “equivalente” a una relazione, di cui ora possiamo definire lo schema



Attributi: dell'entità o dell'associazione?

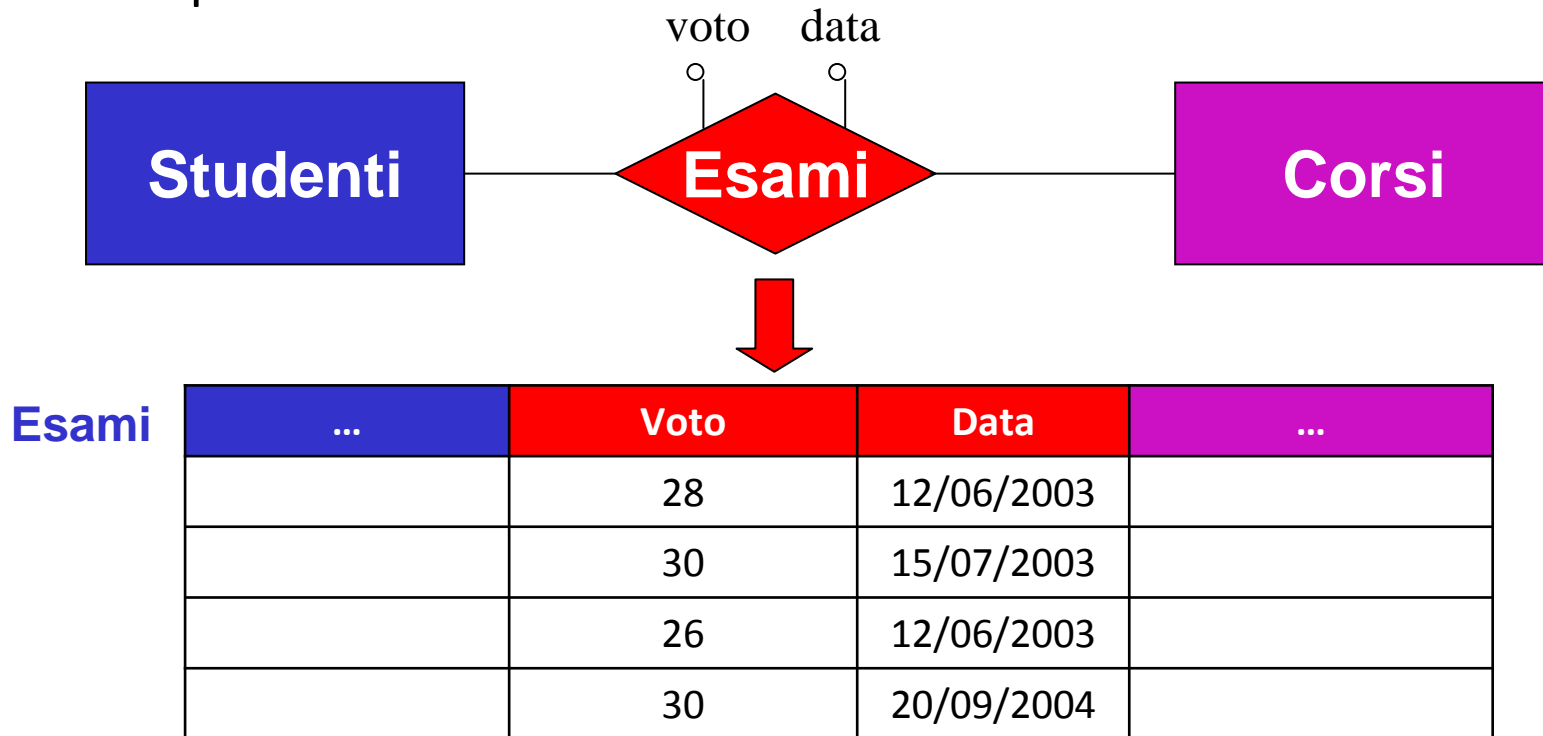
- È importante **fare attenzione a dove si specificano gli attributi!**



- data e voto non sono proprietà né di uno studente né di un corso, ma del legame Studenti-Corsi che si crea in occasione di un esame

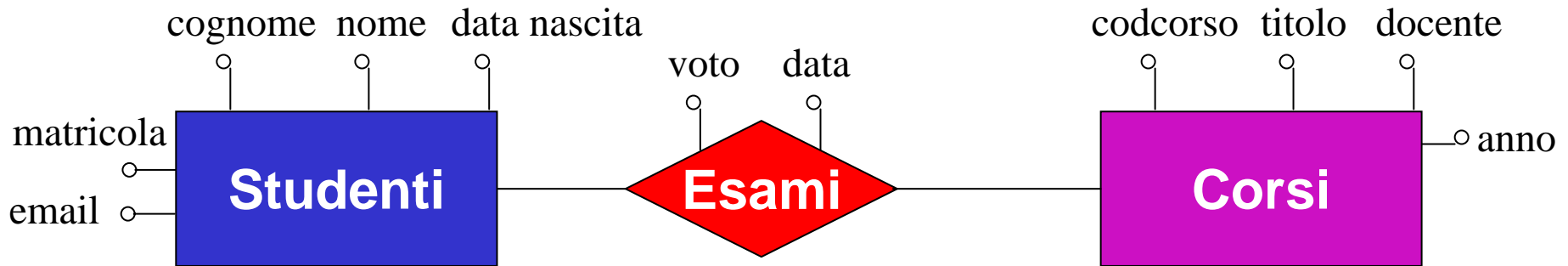
Associazioni con attributi e relazioni

- Data un'associazione con attributi, **in prima approssimazione** possiamo considerarla ancora “equivalente” a una relazione, di cui possiamo definire lo schema **solo parzialmente**
- ... dobbiamo ancora trovare il modo di mantenere le giuste corrispondenze tra le entità coinvolte



Rappresentare un'associazione (1)

- Consideriamo il seguente schema, completo di attributi

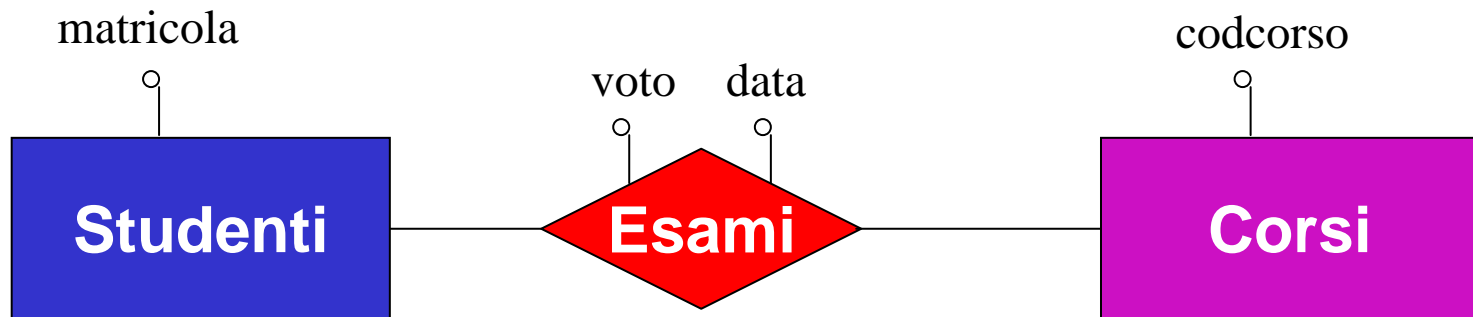


- Sappiamo che un'istanza dell'associazione è la **combinazione (aggregazione) di istanze delle entità** che vengono associate
- Quindi, ad esempio:

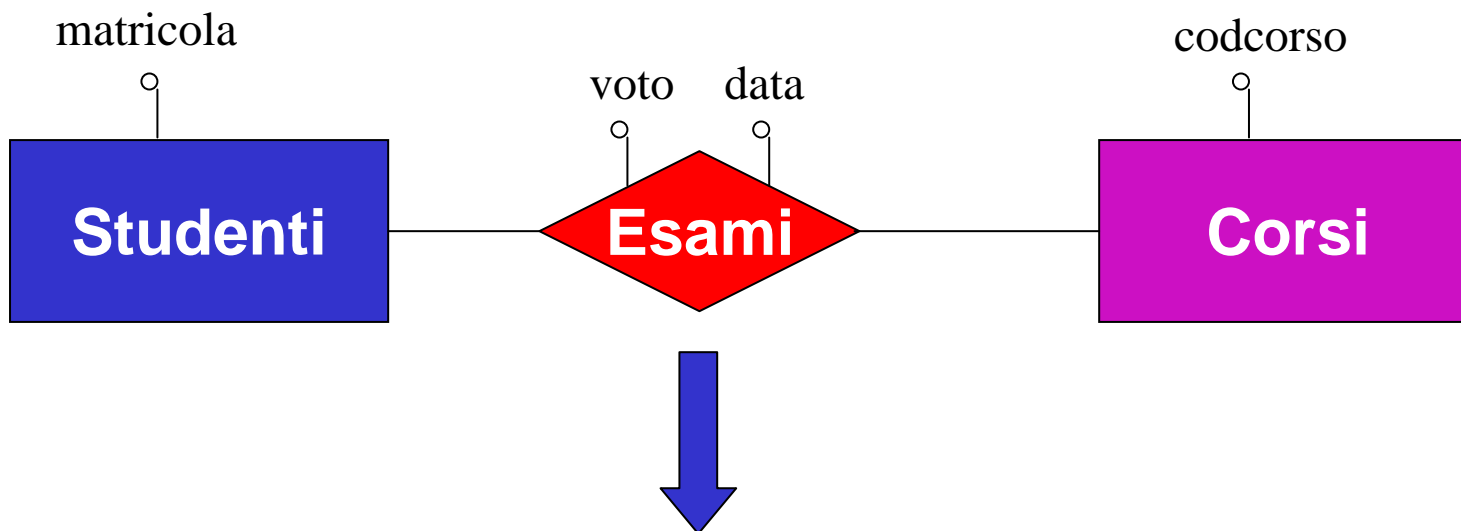
“Lo studente Giorgio Bianchi, nato il 21 Giugno 1978, con numero di matricola 29323 ed email gbianchi@alma.unibo.it, **ha superato con voto 28 il 12 Giugno 2003 l'esame** del corso di Analisi, codice 483, tenuto dal Prof. Biondi al primo anno”

Rappresentare un'associazione (2)

- Anticipiamo qualcosa...
- Osserviamo che CodCorso è la sola chiave di Corsi, e quindi anche chiave primaria, e che Matricola è la chiave primaria di Studenti
- Possiamo pertanto dire, senza perdita di informazioni, la stessa cosa in modo più compatto:
“Lo studente con numero di matricola 29323 ha superato con voto 28 il 12 Giugno 2003 l'esame del corso con codice 483”
- ...e quindi per l'associazione di fatto dobbiamo rappresentare solo:



Rappresentare un'associazione (3)



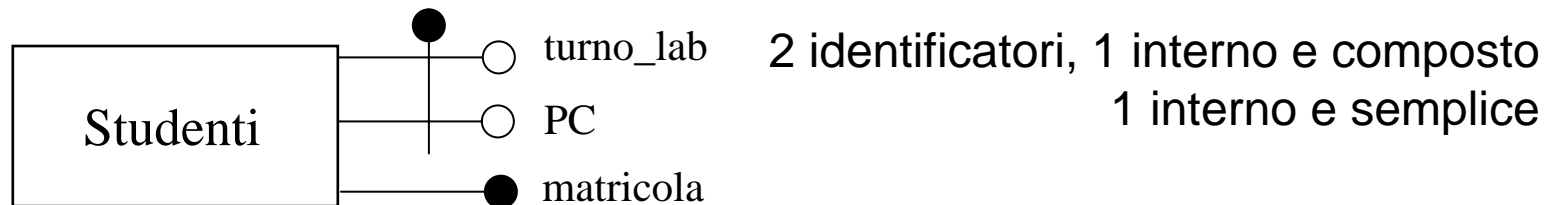
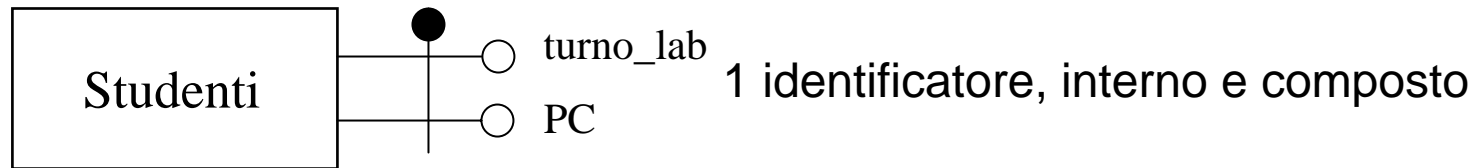
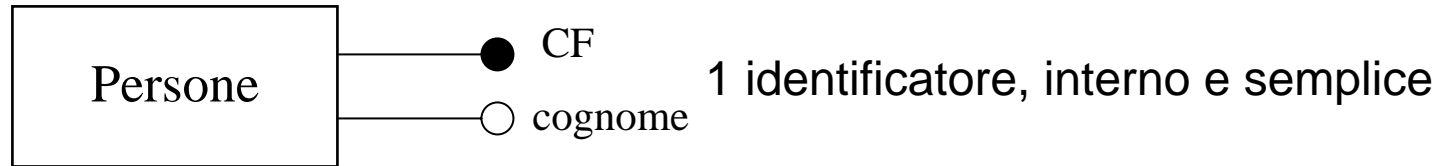
Esami

Matricola	Voto	Data	CodCorso
29323	28	12/06/2003	483
39654	30	15/07/2003	729
29323	26	12/06/2003	913
35467	30	20/09/2004	913

Identificatori

- Un identificatore permette l'**individuazione univoca delle istanze di un'entità**; deve valere anche la **minimalità**: nessun sottoinsieme proprio dell'identificatore deve a sua volta essere un identificatore
 - Corrisponde al concetto di **chiave** del modello relazionale
- Per definire un identificatore per un'entità E si hanno due possibilità:
 - **Identificatore interno**: si usano uno o più attributi di E
 - **Identificatore esterno**: trattati nella seconda parte
- Se il numero di elementi (attributi o entità) che costituiscono l'identificatore è pari a 1 si parla di identificatore **semplice**, altrimenti l'identificatore è **composto**
- Ogni entità deve avere **almeno un identificatore**, in generale può averne più di uno

Identificatori: esempi



Differenze con il modello relazionale (1)

- Nel modello relazionale abbiamo, per ogni relazione, una chiave primaria ed eventuali altre chiavi
- La chiave primaria viene “esportata”, definendo così delle foreign keys
- Quindi: **per definire una foreign key dobbiamo aver prima definito qual è la chiave primaria della relazione che vogliamo referenziare**

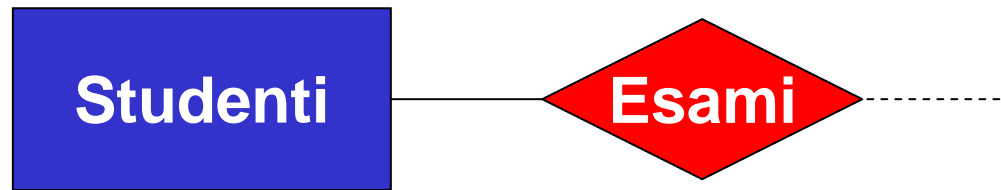
Studenti	Matricola	CodiceFiscale	Cognome	Nome	DataNascita
	29323	BNCGRG78F21A	Bianchi	Giorgio	21/06/1978
	35467	RSSNNA78D13A	Rossi	Anna	13/04/1978
	39654	VRDMRC79I20A	Verdi	Marco	20/09/1979
	42132	VRDMRC79I20B	Verdi	Marco	20/09/1979

Se in Esami vogliamo referenziare la primary key di Studenti dobbiamo prima scegliere se è Matricola o CodiceFiscale!

- Si noti che il problema si pone anche in SQL, in cui si possono definire foreign keys che referenziano anche chiavi non primarie

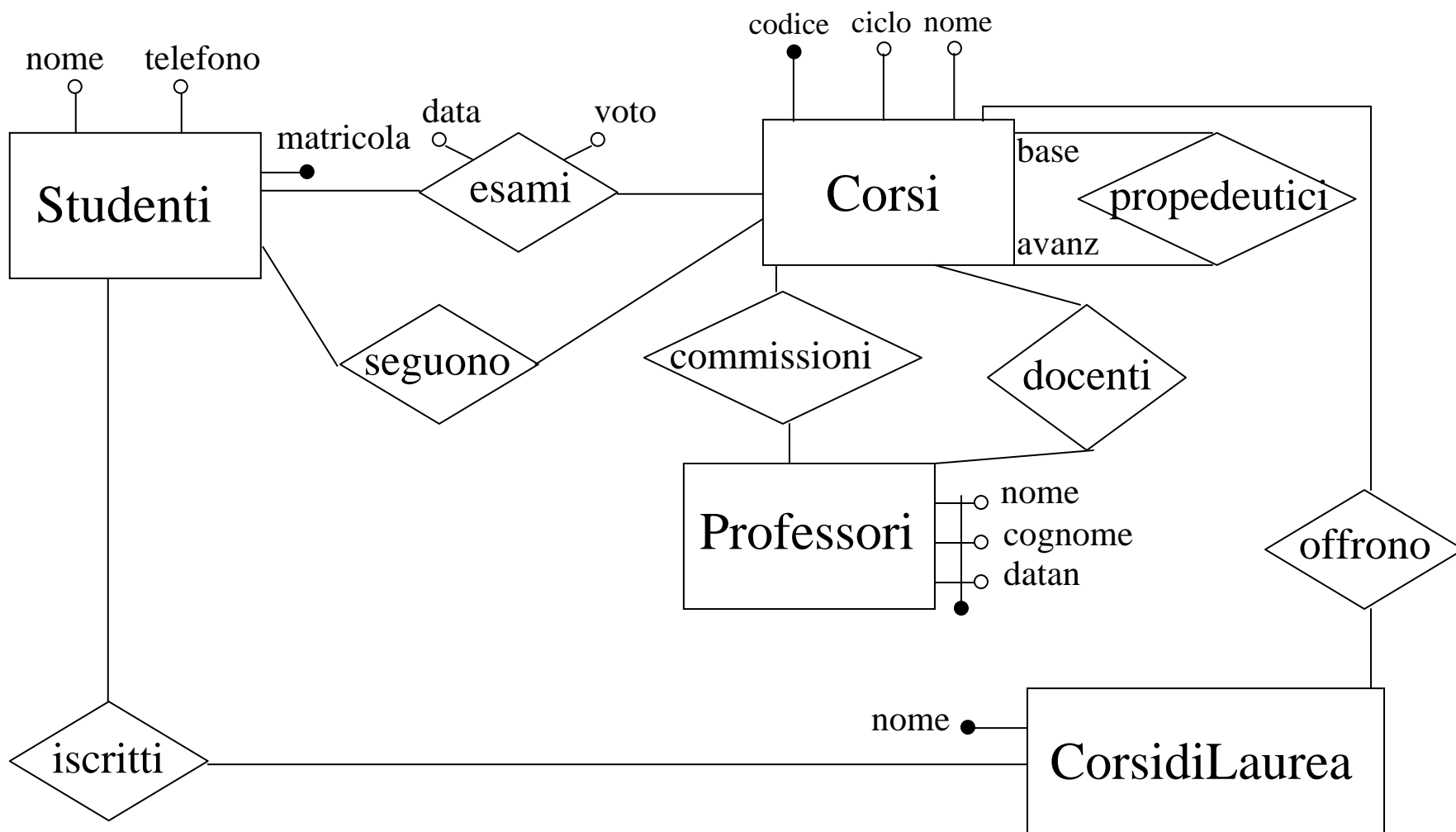
Differenze con il modello relazionale (2)

- Nel modello E/R il “riferimento” di un’associazione a un’entità è **esplicito nello schema**, anche quando non è stato ancora definito alcun identificatore!



- Lo schema dice già, senza ambiguità, che
ogni istanza di Esami referencia una specifica istanza di Studenti
- Come? A questo livello di dettaglio non è necessario saperlo,
lo si può stabilire in seguito!

Uno schema E/R (ancora incompleto!)



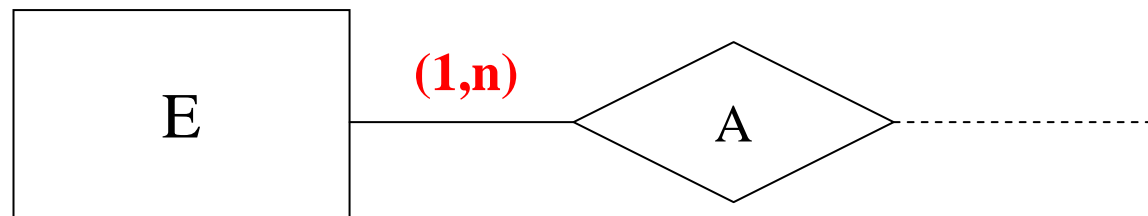
Vincoli nel modello Entity-Relationship

- In ogni schema E/R sono presenti dei vincoli
- Alcuni sono **impliciti**, in quanto **dipendono dalla semantica stessa dei costrutti del modello**:
 - ogni istanza di associazione deve riferirsi ad istanze di entità
 - istanze diverse della stessa associazione devono riferirsi a differenti combinazioni di istanze delle entità partecipanti all'associazione
 - ... ed altri che vedremo
- Altri vincoli sono **espliciti**, e **vengono definiti da chi progetta lo schema E/R** sulla base della conoscenza della realtà che si sta modellando
 - vincoli di identificazione
 - vincoli di cardinalità (per associazioni e attributi)

Associazioni: vincoli di cardinalità

- Sono coppie di valori (**min-card,max-card**) associati a ogni entità che partecipa a un'associazione, che specificano il **numero minimo e massimo di istanze dell'associazione a cui un'istanza dell'entità può partecipare**
- Ad esempio, se i vincoli di cardinalità per un'entità E relativamente a un'associazione A sono (1,n) questo significa:
 - ogni istanza di E partecipa almeno ad una istanza di A: **min-card = 1**
 - ogni istanza di E può partecipare a più istanze di A (senza limiti): **max-card = n**

- Graficamente:



Vincoli di cardinalità: un esempio



- $\text{min-card}(\text{Automobili}, \text{Proprietà}) = 0$: esistono automobili non possedute da alcuna persona
- $\text{max-card}(\text{Automobili}, \text{Proprietà}) = 1$: ogni automobile può avere al più un proprietario
- $\text{min-card}(\text{Persone}, \text{Proprietà}) = 0$: esistono persone che non posseggono alcuna automobile
- $\text{max-card}(\text{Persone}, \text{Proprietà}) = n$: ogni persona può essere proprietaria di un numero arbitrario di automobili

Vincoli di cardinalità: commenti (1)

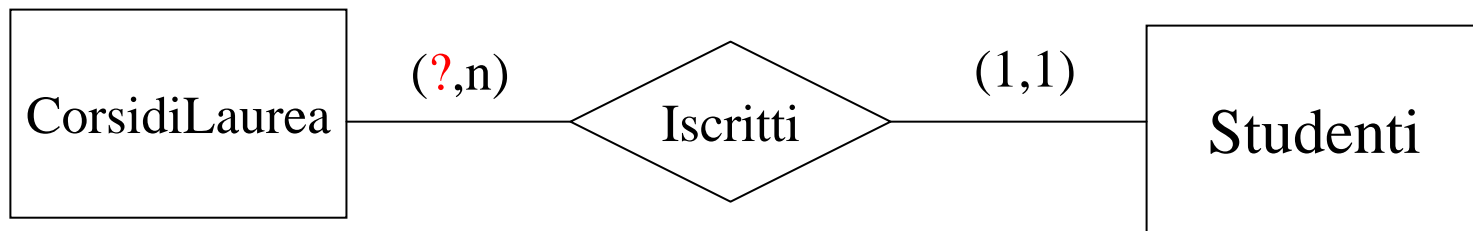
- I vincoli di cardinalità si possono stabilire correttamente solo se è ben chiaro cosa rappresentano le diverse entità (analisi della realtà!)
- Ad esempio:



- Se Persone rappresenta, ad es., il personale di un'azienda, allora è ragionevole il vincolo $\text{min-card(Persone,Proprietà)} = 0$
- Ma se, viceversa, abbiamo a che fare con il DB del Pubblico Registro Automobilistico (PRA) e Persone rappresenta l'insieme dei proprietari di auto italiane, allora $\text{min-card(Persone,Proprietà)} = 1$

Vincoli di cardinalità: commenti (2)

- In molti casi i vincoli di cardinalità corretti si ricavano ragionando sulla “tempistica di creazione delle istanze”
- Ad esempio:



- Sembrerebbe ovvio il vincolo $\text{min-card}(\text{Corsi di Laurea}, \text{Iscritti}) = 1$
- Ma che succede se si crea un nuovo Corso di Laurea?
- Non si può inserirlo nel DB, in quanto violerebbe il vincolo, quindi $\text{min-card}(\text{Corsi di Laurea}, \text{Iscritti}) = 0$

Vincoli di cardinalità: commenti (3)

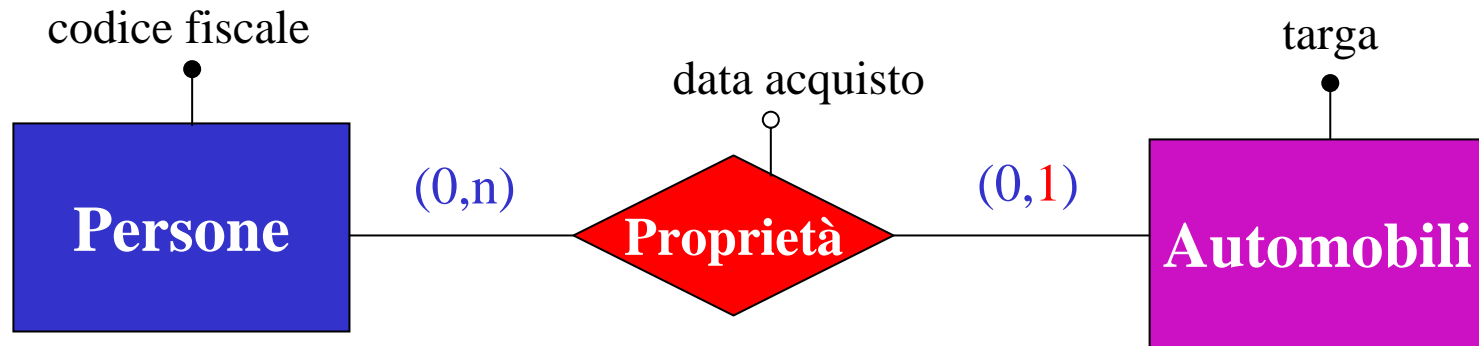
- L'analisi delle regole che valgono nel mondo reale è sempre fondamentale (**non c'è nulla di automatico!**)
- Ad esempio:



- Per quanto appena visto $\text{min-card}(\text{Dipartimenti}, \text{Afferenti}) = 0$
- Ma ogni Ateneo ha come regola che, per costituire un nuovo Dipartimento, è necessario un numero minimo (ad es. 5) di Docenti proponenti che, in caso di approvazione della domanda, afferiscono automaticamente a tale Dipartimento
- Dunque

$$\text{min-card}(\text{Dipartimenti}, \text{Afferenti}) = 5$$

Perché i vincoli di cardinalità sono importanti?



- Anticipiamo qualcosa, traducendo Proprietà...

Proprietà

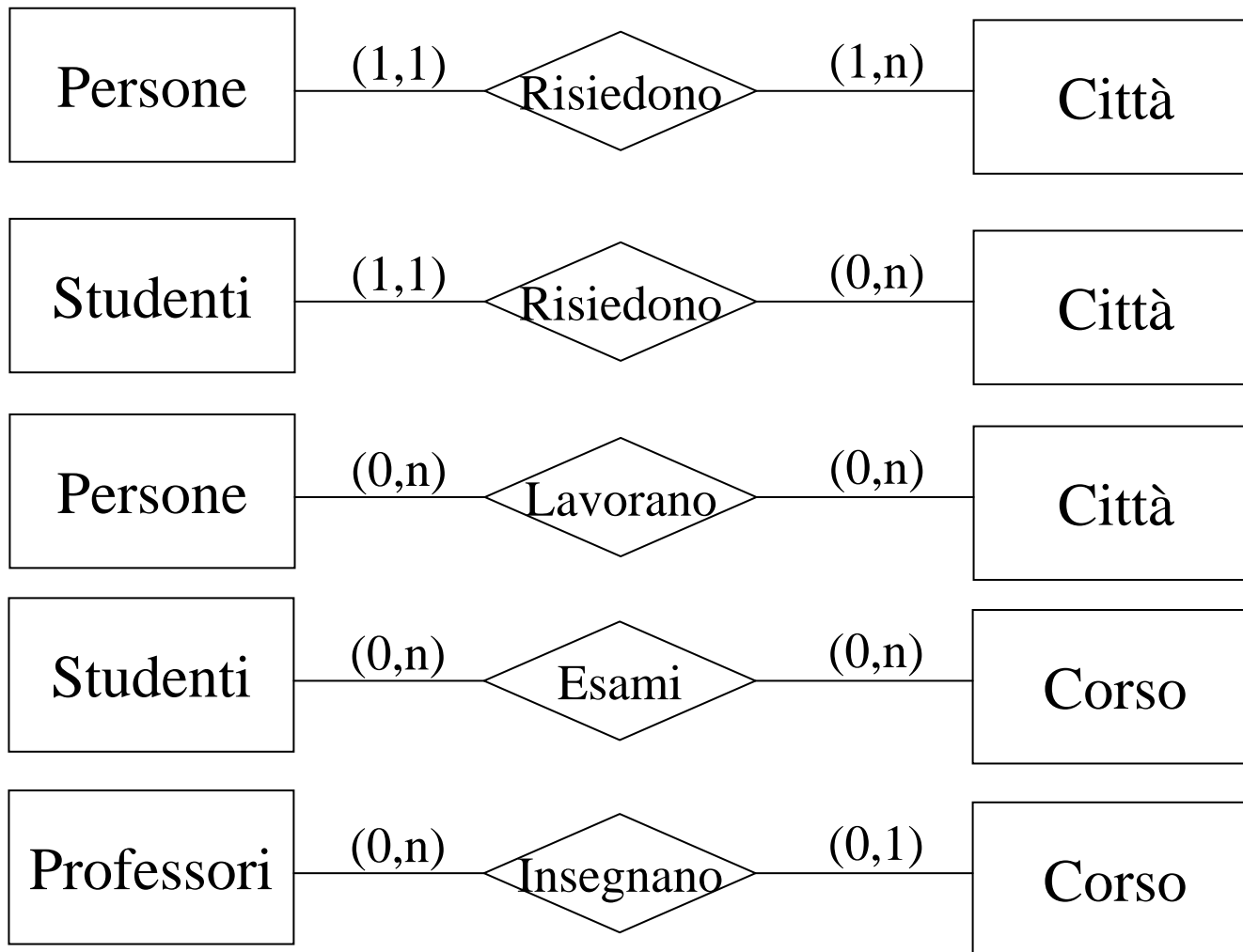
CF	DataAcquisto	Targa
BLGSTR71B22	12/08/2004	CT 001 MJ
BLGSTR71B22	15/07/2003	CM 415 EF
FDLNNR66M45	12/06/2003	CL 217 HK
...

- Un'automobile ha al massimo un proprietario...
- Quindi non esistono valori ripetuti di Targa in Proprietà...
- Quindi Targa è chiave di Proprietà!

Tipi di associazione: terminologia

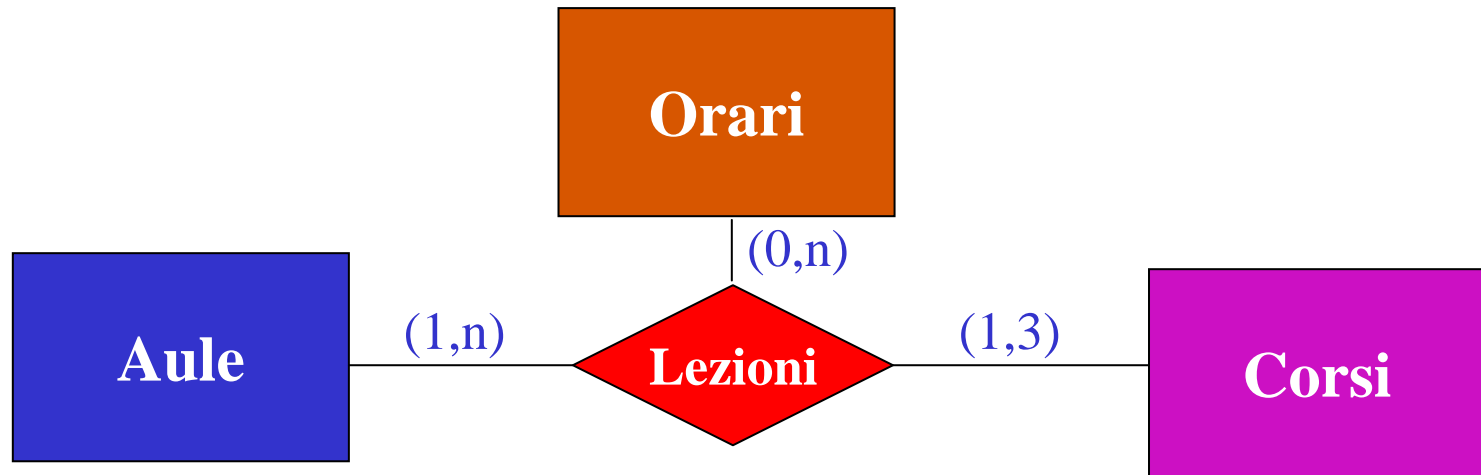
- Nel caso di un'associazione binaria A tra due entità $E1$ ed $E2$ (non necessariamente distinte), si dice che:
 - A è **uno a uno** se le cardinalità massime di entrambe le entità rispetto ad A sono 1
 - A è **uno a molti** se $\max\text{-card}(E1,A) = 1$ e $\max\text{-card}(E2,A) = n$, o viceversa
 - A è **molti a molti** se $\max\text{-card}(E1,A) = n$ e $\max\text{-card}(E2,A) = n$
- Si dice inoltre che:
 - La partecipazione di $E1$ in A è **opzionale** se $\min\text{-card}(E1,A) = 0$
 - La partecipazione di $E1$ in A è **obbligatoria** (o **totale**) se $\min\text{-card}(E1,A) = 1$

Tipi di associazione: esempi



Associazione n-arie

- Quanto visto si estende naturalmente al caso di associazioni di grado > 2



Ogni aula ospita da 1 a n lezioni settimanali

Ogni corso ha da 1 a 3 lezioni settimanali

In ogni ora si tengono da 0 a n lezioni settimanali

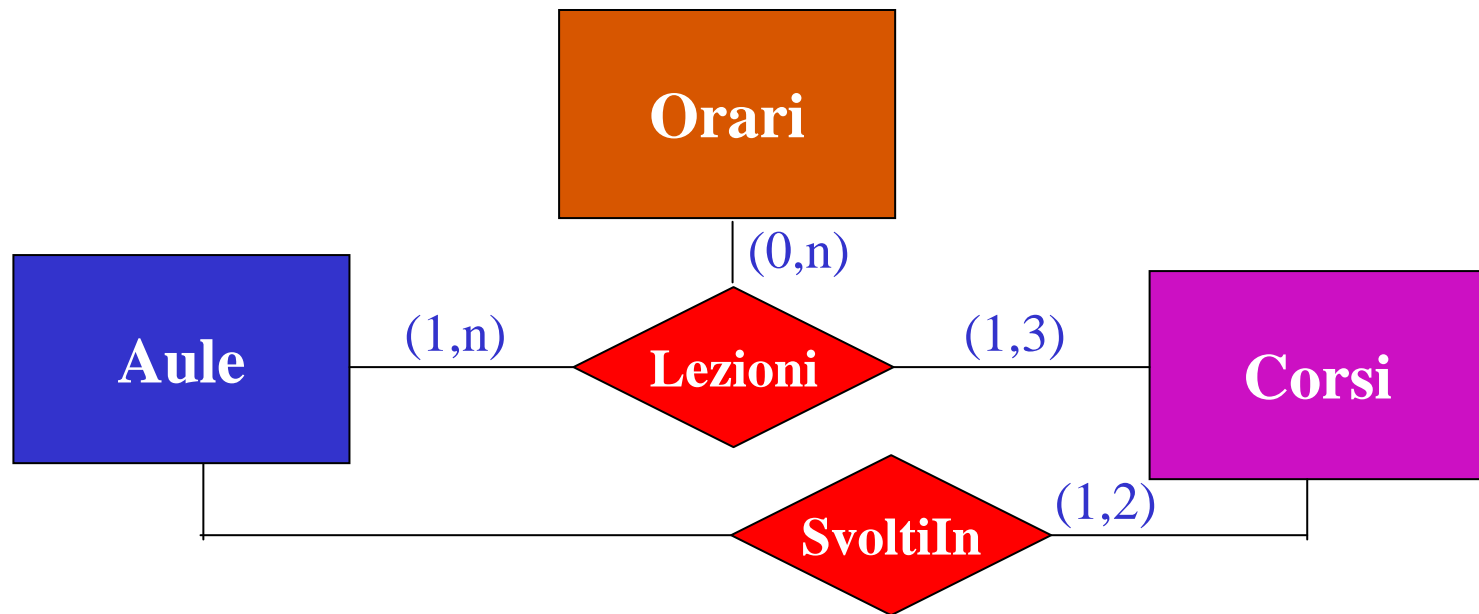
- Ogni istanza di Lezioni è una tripla (a,c,o): i vincoli di cardinalità per l'entità Aule relativamente all'associazione Lezioni specificano in quante triple può comparire una data aula (idem per le altre entità)

Associazione n-arie: attenzione!

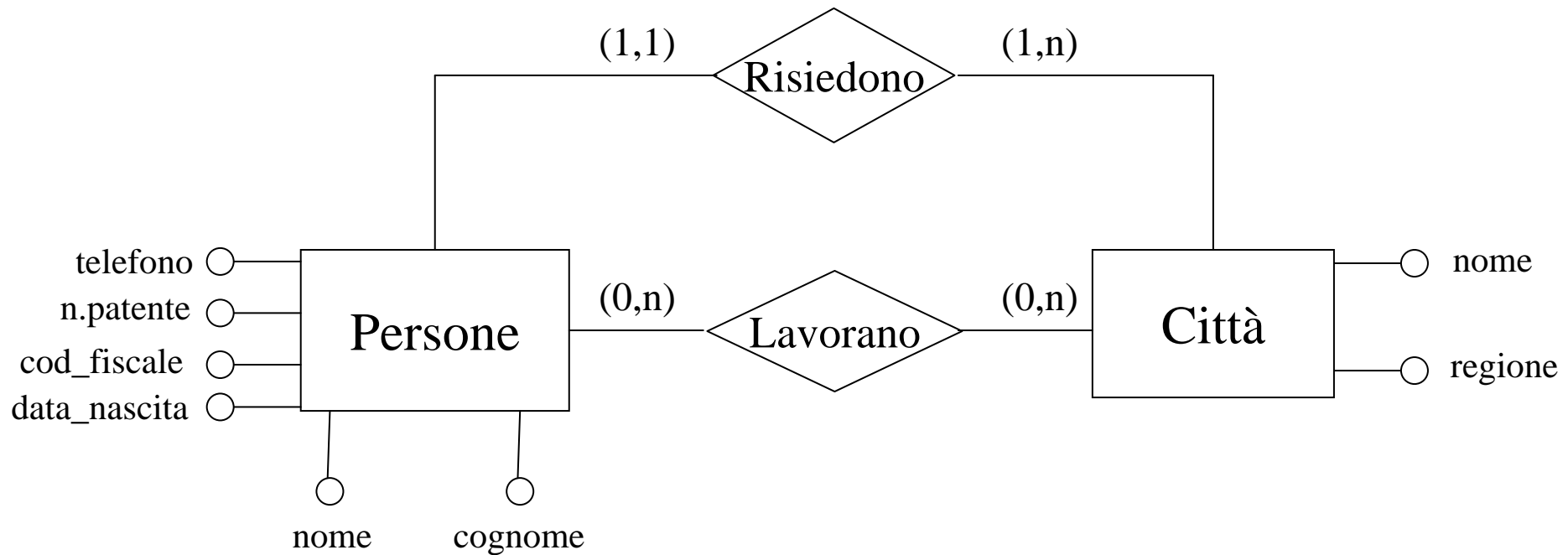
- Nel caso di associazioni di grado > 2 ragionare sui vincoli è però in generale meno immediato che nel caso binario

*Ogni **corso** si tiene in non più di 2 **aule***

- Non riguarda gli Orari, quindi non riguarda Lezioni!
- C'è bisogno di un'associazione specifica tra Corsi e Aule



Esempio con vincoli di cardinalità



Uno schema E/R completo!

