

Progettazione di basi di dati:  
Metodologie e modelli  
**Il modello ER**

# Il problema

- Proviamo a modellare una applicazione definendo direttamente lo schema logico della base di dati:
  - da dove cominciamo?
  - rischiamo di perderci subito nei dettagli
  - dobbiamo pensare subito a come correlare le varie tabelle (chiavi etc.)
  - il modello relazionale è “rigido”

# Rivediamo un esempio già discusso

# Strutture nidificate

<i>DA FILIPPO VIA ROMA 2, ROMA</i>		
<i>RICEVUTA FISCALE 1235 DEL 12/10/2019</i>		
3	Coperti	3,00
2	Antipasti	6,20
3	Primi	12,00
2	Bistecche	18,00
<b>TOTALE</b>		<b>39,20</b>

<i>DA FILIPPO VIA ROMA 2, ROMA</i>		
<i>RICEVUTA FISCALE 1240 DEL 13/10/2019</i>		
2	Coperti	2,00
2	Antipasti	7,00
2	Primi	8,00
2	Orate	20,00
2	Caffè	2,00
<b>TOTALE</b>		<b>39,00</b>

# Strutture nidificate

<b>DA FILIPPO</b>		
<b>VIA ROMA 2, ROMA</b>		
<b>RICEVUTA FISCALE</b>		
<b>1235 DEL 12/10/2019</b>		
3	Coperti	3,00
2	Antipasti	6,20
3	Primi	12,00
2	Bistecche	18,00
<b>TOTALE</b>		<b>39,20</b>

<b>DA FILIPPO</b>		
<b>VIA ROMA 2, ROMA</b>		
<b>RICEVUTA FISCALE</b>		
<b>1240 DEL 13/10/2019</b>		
2	Coperti	2,00
2	Antipasti	7,00
2	Primi	8,00
2	Orate	20,00
2	Caffè	2,00
<b>TOTALE</b>		<b>39,00</b>

# Strutture nidificate

<b>DA FILIPPO</b>		
<b>VIA ROMA 2, ROMA</b>		
<b>RICEVUTA FISCALE</b>		
<b>1235 DEL 12/10/2019</b>		
3	Coperti	3,00
2	Antipasti	6,20
3	Primi	12,00
2	Bistecche	18,00
<b>TOTALE</b>		<b>39,20</b>

<b>DA FILIPPO</b>		
<b>VIA ROMA 2, ROMA</b>		
<b>RICEVUTA FISCALE</b>		
<b>1240 DEL 13/10/2019</b>		
2	Coperti	2,00
2	Antipasti	7,00
2	Primi	8,00
2	Orate	20,00
2	Caffè	2,00
<b>TOTALE</b>		<b>39,00</b>

# "Soluzione"

- La abbiamo vista alla lavagna qualche settimana fa

# Strutture nidificate

## Ricevute

<u>Numero</u>	Data	Qtà	Descrizione	Importo	Totale
1235	12/10/2019	3	Coperti	3,00	39,20
		2	Antipasti	6,20	
		3	Primi	12,00	
		2	Bistecche	18,00	
1240	13/10/2019	2	Coperti	2,00	39,00
		...	...	...	

- Ma i valori debbono essere semplici, non relazioni!



# Relazioni che rappresentano strutture nidificate

Ricevute

<u>Numero</u>	Data	Totale
1235	12/10/2019	39,20
1240	13/10/2019	39,00

Dettaglio

<u>Numero</u>	Qtà	<u>Descrizione</u>	Importo
1235	3	Coperti	3,00
1235	2	Antipasti	6,20
1235	3	Primi	12,00
1235	2	Bistecche	18,00
1240	2	Coperti	2,00
...	...	...	...

# Strutture nidificate, riflessione

- Abbiamo rappresentato veramente tutti gli aspetti delle ricevute?
- Dipende da che cosa ci interessa!
  - possono esistere linee ripetute in una ricevuta?
    - Al bar, servizio al tavolo, ad un gruppo:
      - Cliente 1: "Una birra"
      - Cameriere: "Se volete altre birre, ditelo, altrimenti non posso aggiungerle"
    - l'ordine delle righe e' rilevante?
- Sono possibili rappresentazioni diverse

# "Soluzione"

- Anche questa la abbiamo discussa, sempre alla lavagna

# Rappresentazione alternativa per strutture nidificate

Ricevute

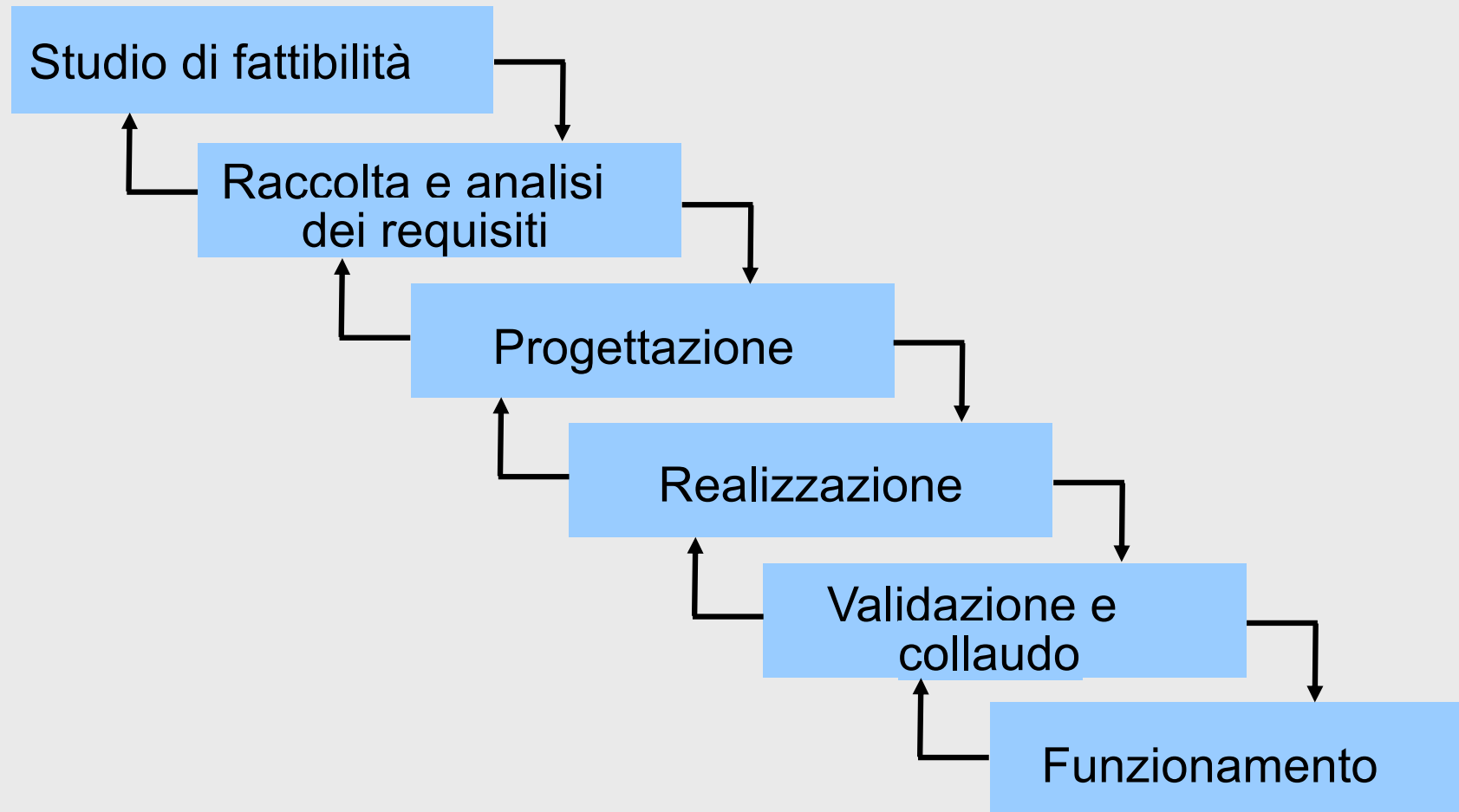
<u>Numero</u>	Data	Totale
1235	12/10/2019	39,20
1240	13/10/2019	39,00

Dettaglio

<u>Numero</u>	<u>Riga</u>	Qtà	Descrizione	Importo
1235	1	3	Coperti	3,00
1235	2	2	Antipasti	6,20
1235	3	3	Primi	12,00
1235	4	2	Bistecche	18,00
1240	1	2	Coperti	2,00
...	...	...	...	...

# Progettazione di basi di dati

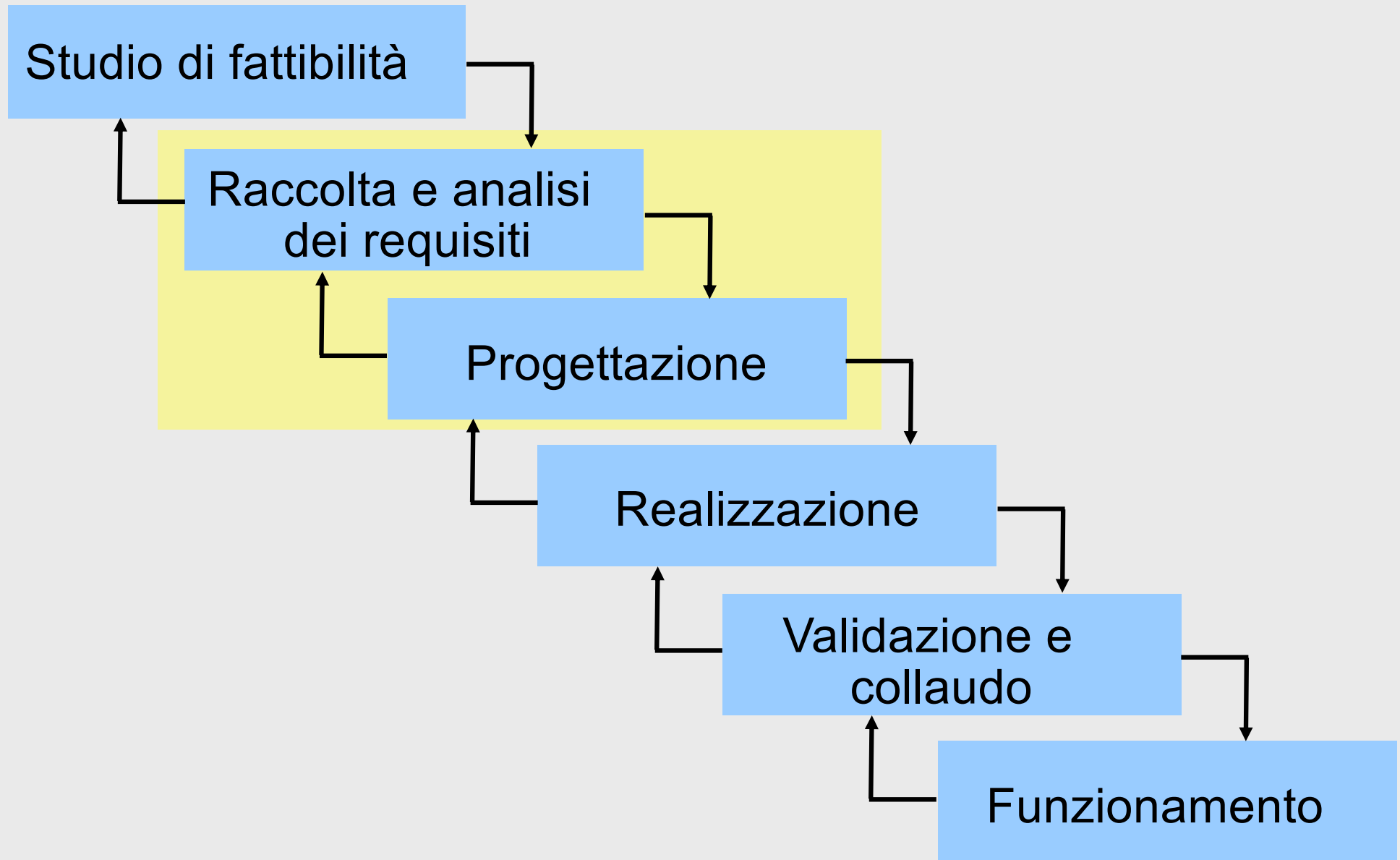
- È una delle attività del processo di sviluppo dei sistemi informativi
- va quindi inquadrata in un contesto più generale:
- **il ciclo di vita dei sistemi informativi:**
  - Insieme e sequenzializzazione delle attività svolte da analisti, progettisti, utenti, nello sviluppo e nell'uso dei sistemi informativi
  - attività iterativa, quindi **ciclo**



- Nota bene: le fasi non sono nettamente separate (vedere anche le frecce di ritorno), si può procedere in modo ciclico, graduale, ora non ci interessa

# Fasi (tecniche) del ciclo di vita

- Studio di fattibilità: definizione costi e priorità
- Raccolta e analisi dei requisiti: studio delle proprietà del sistema
- Progettazione: di dati e funzioni
- Realizzazione
- Validazione e collaudo: sperimentazione
- Funzionamento: il sistema diventa operativo



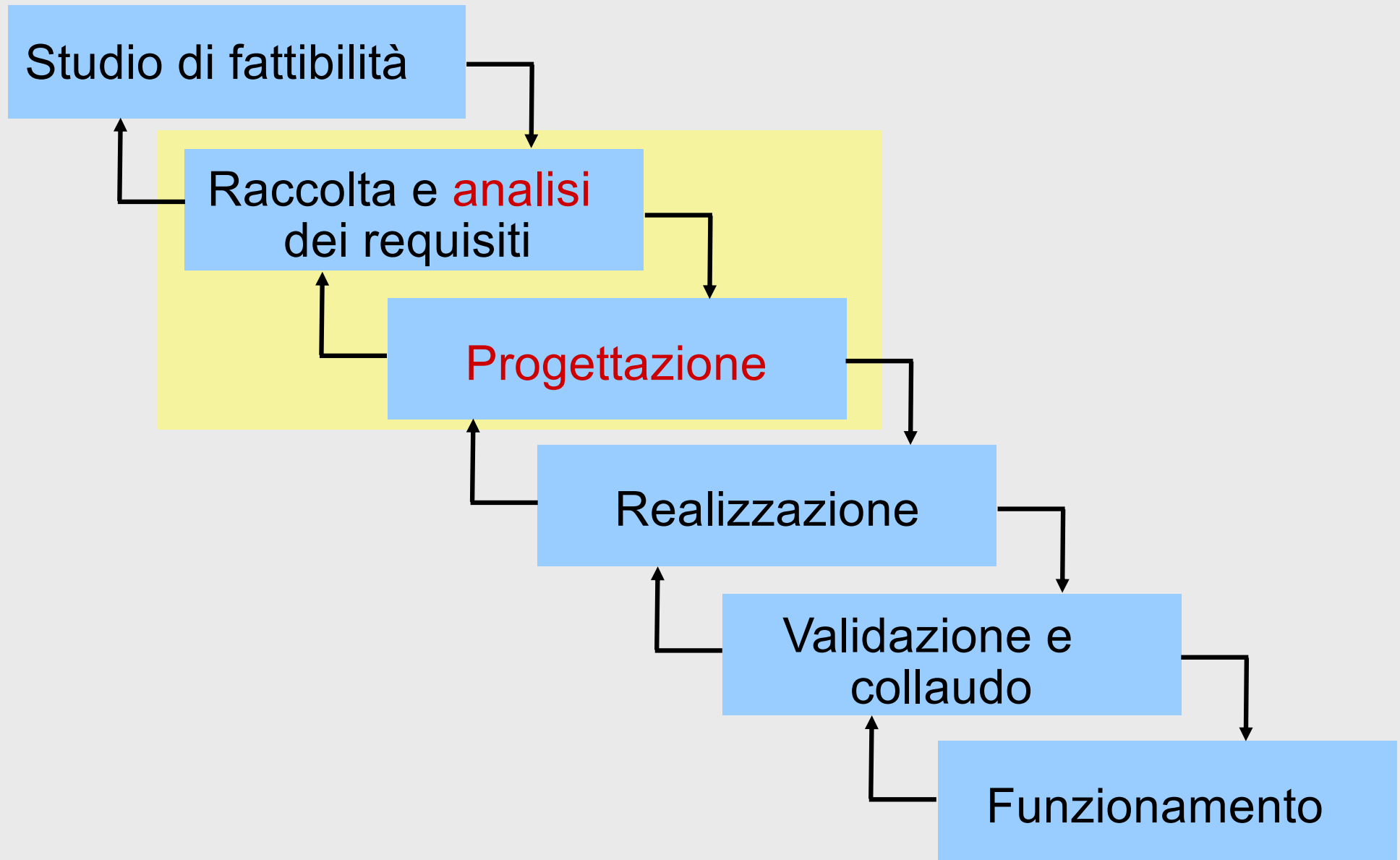


La progettazione di un sistema informativo riguarda due aspetti:

- ▶ **progettazione dei dati**
- progettazione delle applicazioni**

**Ma:**

- ▶ i dati hanno un ruolo centrale
  - i dati sono più stabili



↓  
**Requisiti della base di dati**

**Progettazione  
concettuale**

**“CHE COSA”:  
analisi**

**Schema concettuale**

**Progettazione  
logica**

**Schema logico**

**“COME”:  
progettazione**

**Progettazione  
fisica**

**Schema fisico**

I prodotti della varie fasi sono  
schemi di alcuni **modelli di dati**:

- Schema concettuale
- Schema logico (ad esempio schema relazionale)
- Schema fisico

# Modello dei dati

- insieme di costrutti ..
- ad esempio, il **modello relazionale** prevede la **relazione** (tabella)...

# Due tipi (principali) di modelli

- modelli logici:
  - esempi: **relazionale**, reticolare, a oggetti, ...
- modelli concettuali:
  - il più noto è il modello **Entity-Relationship**

# Modelli concettuali, perché?

- Proviamo a modellare una applicazione definendo direttamente lo schema logico della base di dati:
  - da dove cominciamo?

# Modello Entity-Relationship (Entità-Relazione)

- Il più diffuso modello concettuale
  - Ne esistono molte versioni,
  - (più o meno) diverse l'una dall'altra



# I costrutti del modello E-R

- Entità
- Relationship
- Attributo
- Identificatore
- Generalizzazione
- ....

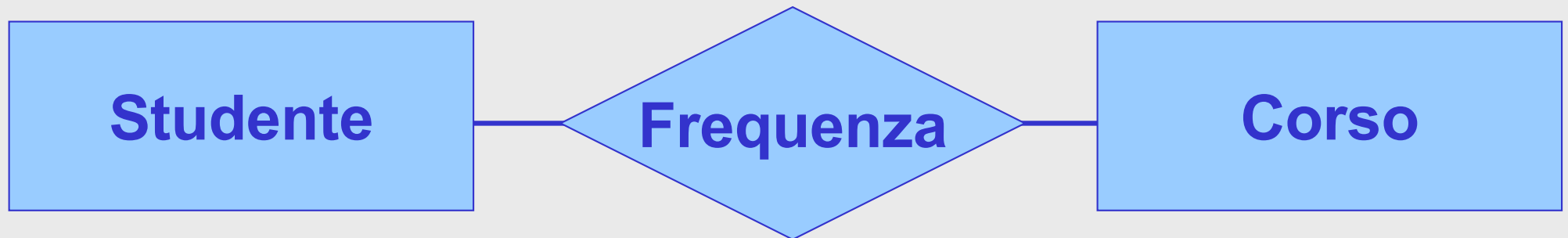
# Entità

- Classe di oggetti (fatti, persone, cose) della realtà di interesse con proprietà comuni e con esistenza “autonoma” (nel senso che i singoli oggetti sono in qualche modo riconoscibili)
- Esempi:
  - impiegato, città, conto corrente, ordine, fattura

# Relationship

- Legame logico fra due o più entità, rilevante nell'applicazione di interesse
- Esempi:
  - Residenza (fra persona e città)
  - Frequenza (fra studente e corso)

# Uno schema E-R, graficamente



# Entità

- Classe di oggetti (fatti, persone, cose) della realtà di interesse con proprietà comuni e con esistenza “autonoma” (nel senso che i singoli oggetti sono in qualche modo riconoscibili)
- Esempi:
  - impiegato, città, conto corrente, ordine, fattura

# Entità: schema e istanza

- Entità:
  - classe di oggetti, persone, ... "omogenei"
- Occorrenza di entità:
  - elemento della classe (l'oggetto, la persona, ..., non i dati)
- nello schema concettuale rappresentiamo le entità, non le singole occorrenze (“astrazione”)

# Rappresentazione grafica di entità

**Impiegato**

**Dipartimento**

**Città**

**Vendita**

# Entità, commenti

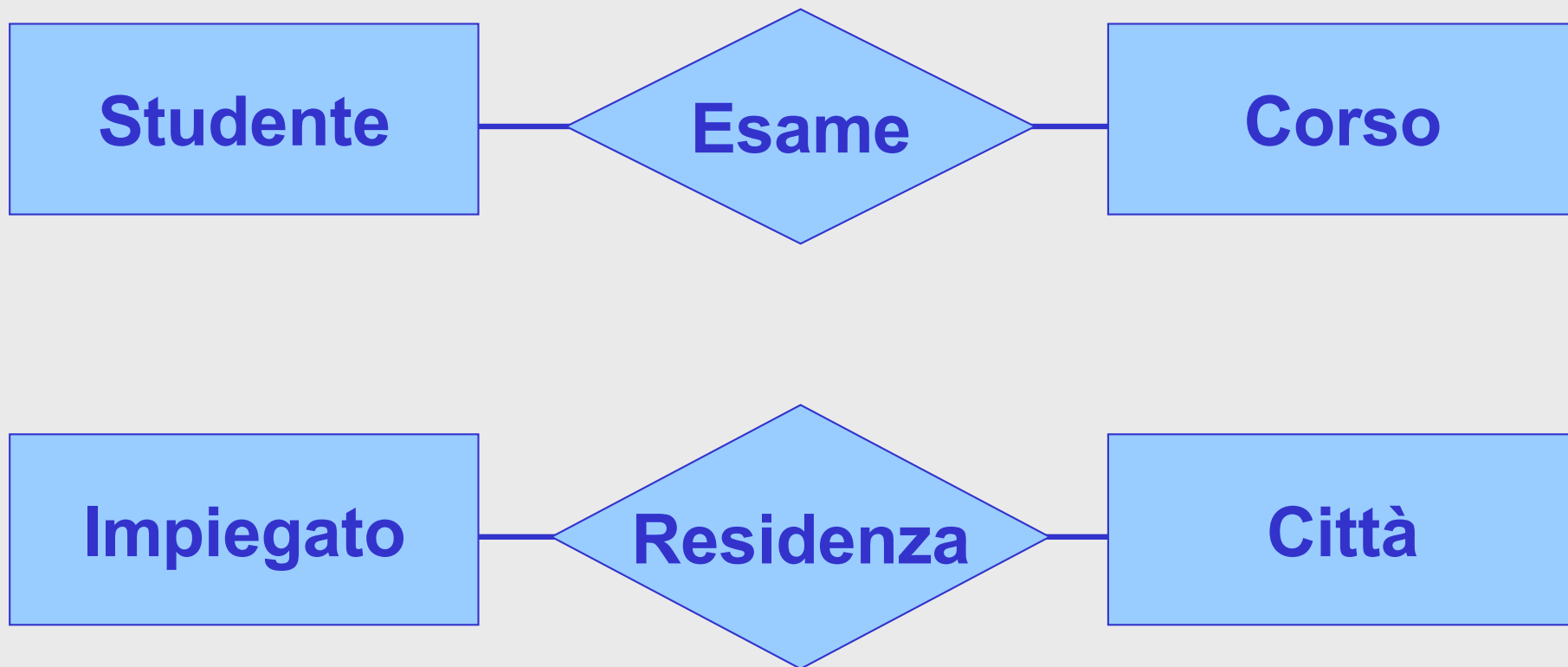
- Ogni entità ha un nome che la identifica univocamente nello schema:
  - nomi espressivi
  - opportune convenzioni
    - singolare



# Relationship

- Legame logico fra due o più entità, rilevante nell'applicazione di interesse
- Esempi:
  - Residenza (fra persona e città)
  - Esame (fra studente e corso)
- Chiamata anche:
  - **relazione, correlazione, associazione**

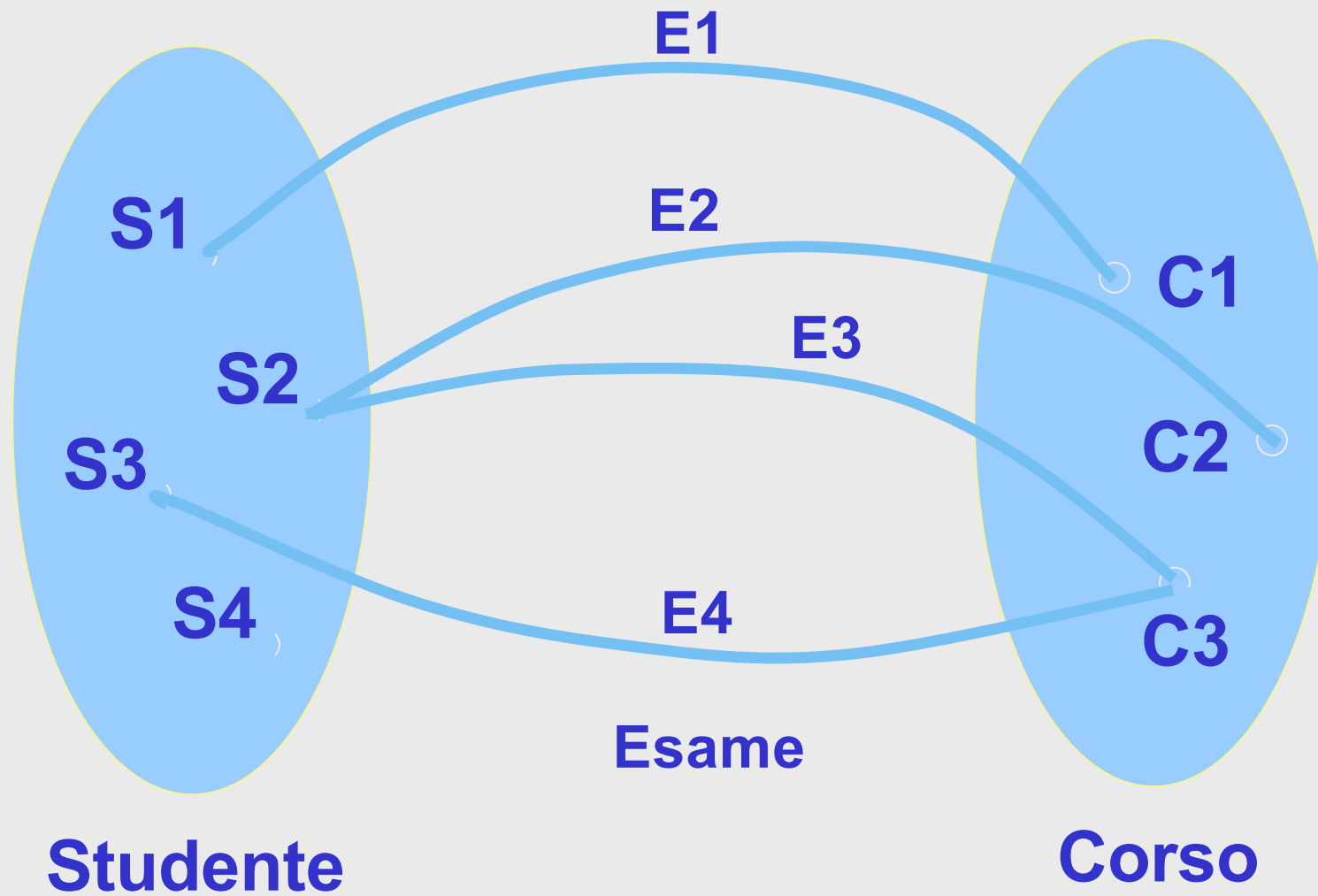
# Rappresentazione grafica di relationship



# Relationship, commenti

- Ogni relationship ha un nome che la identifica univocamente nello schema:
  - nomi espressivi
  - opportune convenzioni
    - singolare
    - sostantivi invece che verbi (se possibile)

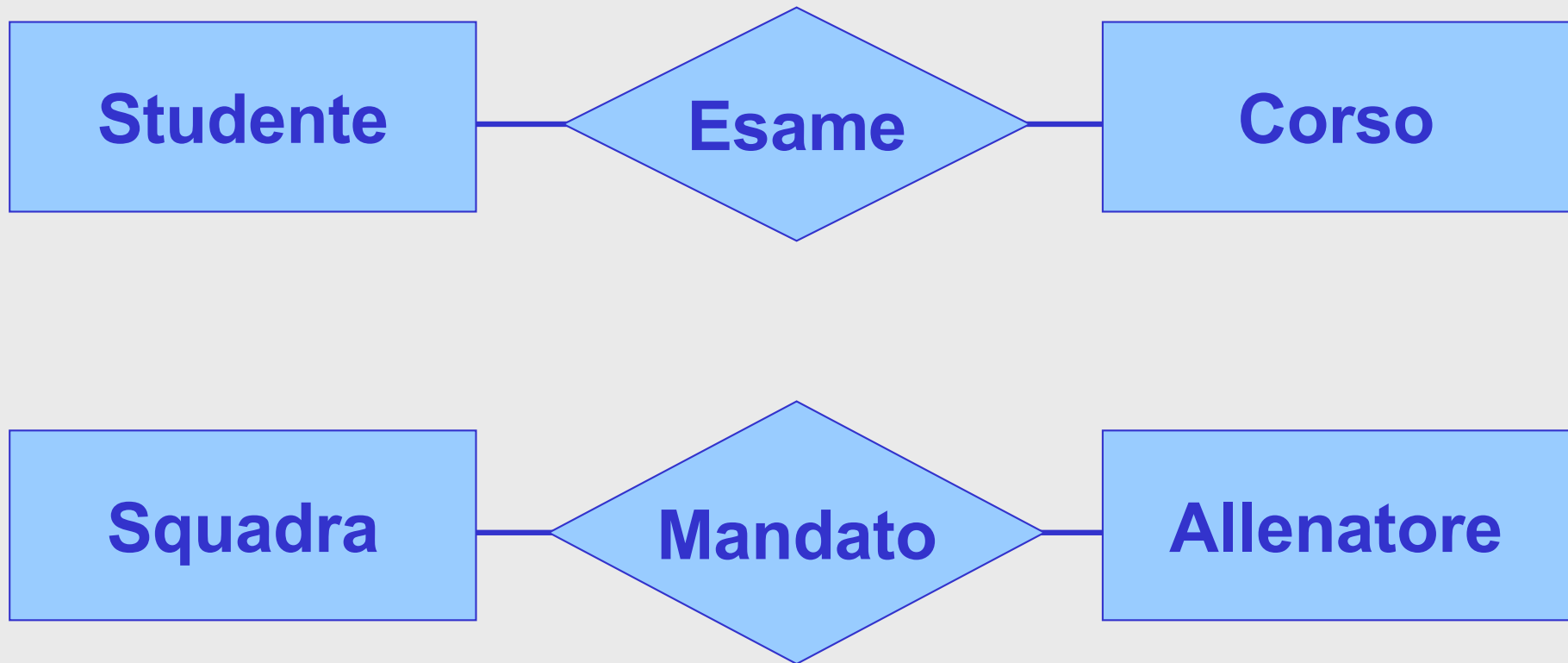
# Esempi di occorrenze



# Relationship, occorrenze

- Una occorrenza di una relationship binaria è coppia di occorrenze di entità, una per ciascuna entità coinvolta
- Una relationship ha un **insieme** di occorrenze e quindi
  - nell'ambito di una relationship non ci possono essere occorrenze (coppie) ripetute

# Relationship corrette?

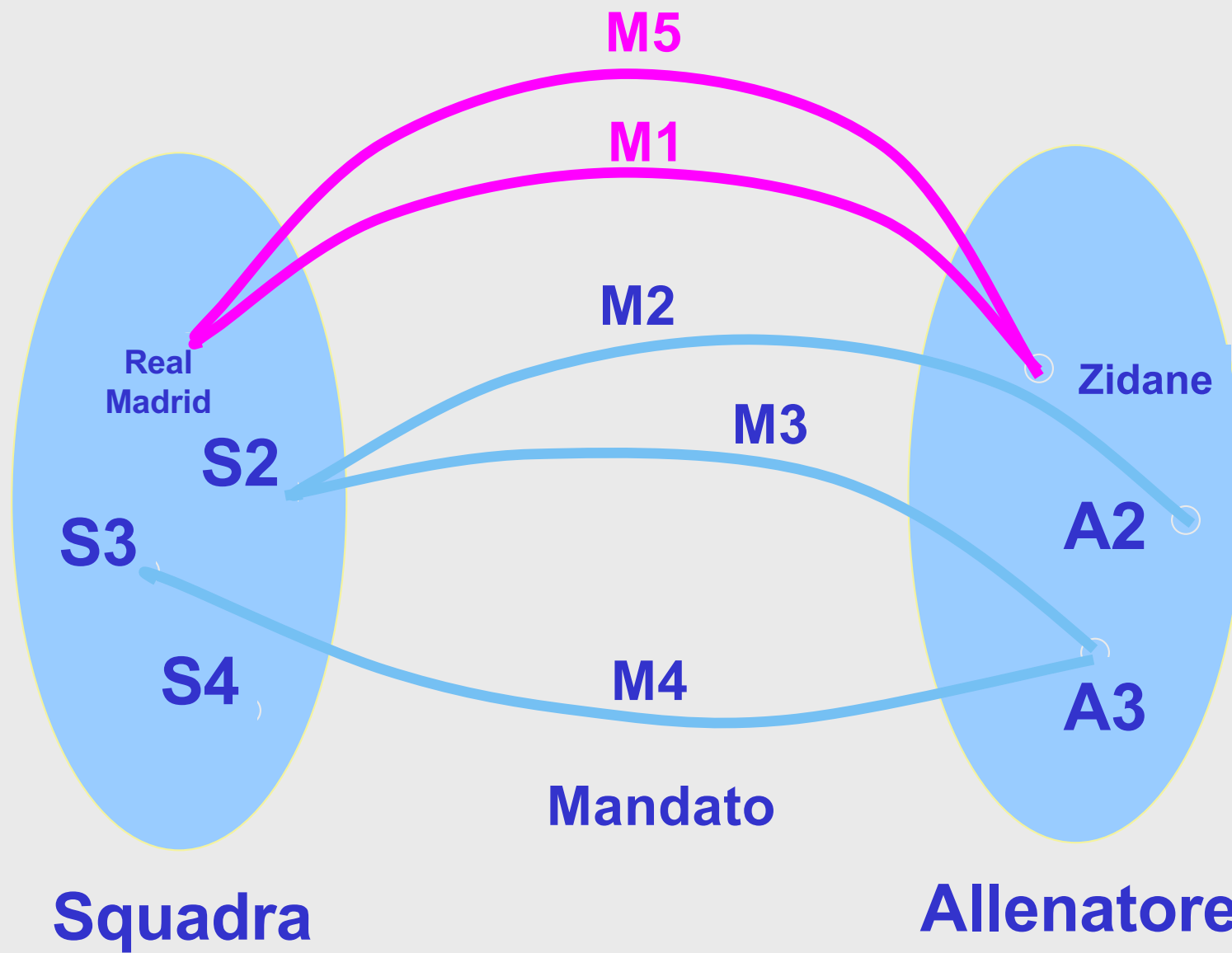


# Gli allenatori del Real Madrid

[https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_Real\\_Madrid\\_CF\\_managers](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Real_Madrid_CF_managers)

												1 Supercopa de España	
Carlo Ancelotti		25 June 2013	25 May 2015	119	89	14	16	323	103	74.79	1 Copa del Rey 1 UEFA Champions League 1 UEFA Super Cup 1 FIFA Club World Cup		
Rafael Benítez		3 June 2015	4 January 2016	25	17	5	3	69	22	68.00			
Zinedine Zidane		4 January 2016	31 May 2018	149	104	29	16	393	160	69.80	1 La Liga 1 Supercopa de España 3 UEFA Champions League 2 UEFA Super Cup 2 FIFA Club World Cup	[C][FIFA]	
Julen Lopetegui		12 June 2018 <sup>[3]</sup>	29 October 2018	14	6	2	6	21	20	42.86		[C]	
Santiago Solari		30 October 2018	11 March 2019	32	22	2	8	71	37	68.75	1 FIFA Club World Cup	[C]	
Zinedine Zidane		11 March 2019 <sup>[4]</sup>	27 May 2021	114	69	25	20	207	104	60.53	1 La Liga 1 Supercopa de España	[C]	
Carlo Ancelotti		1 June 2021 <sup>[5]</sup>	present	12	8	2	2	31	12	66.67			

# Attenzione

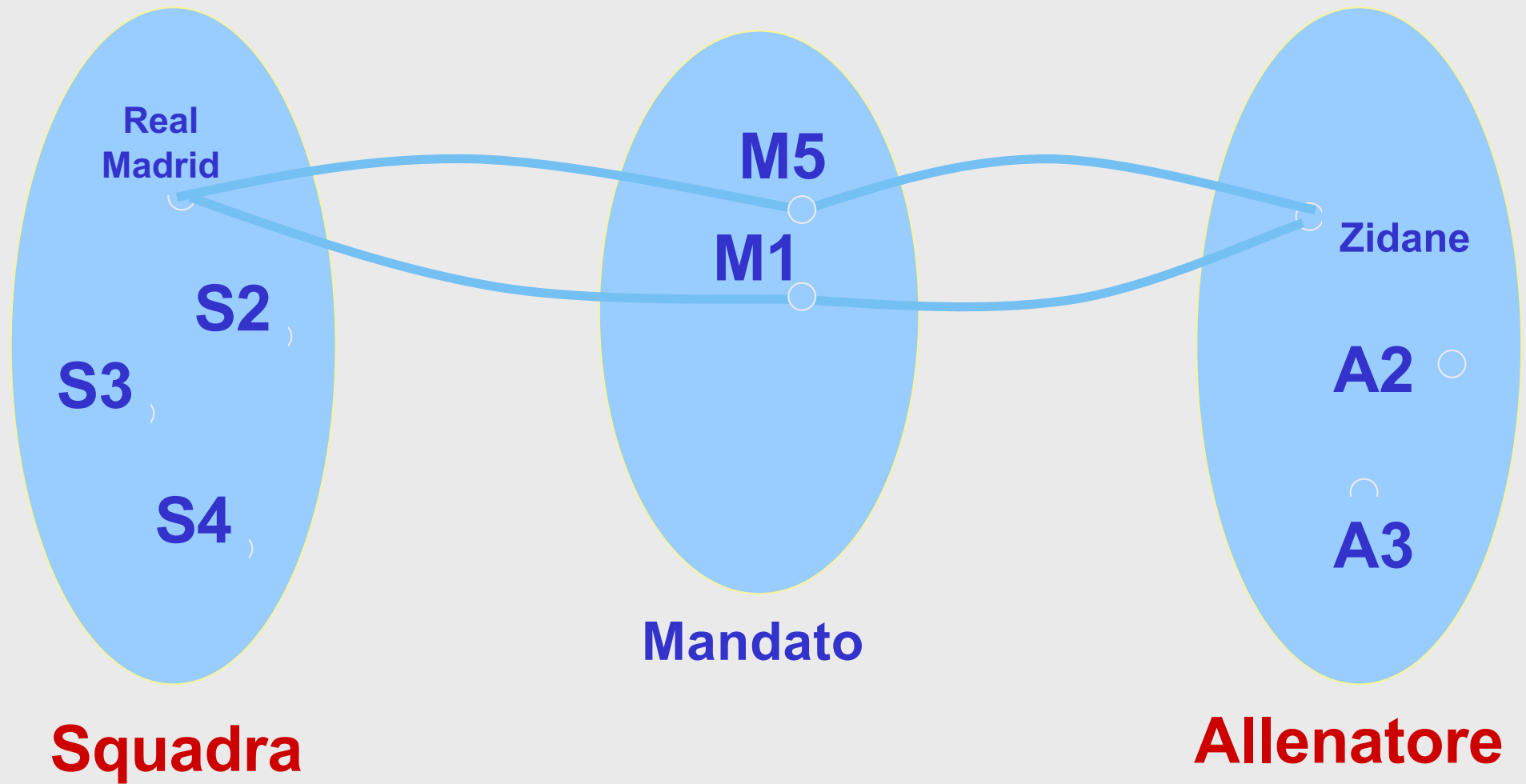




# "Promuoviamo" la relationship



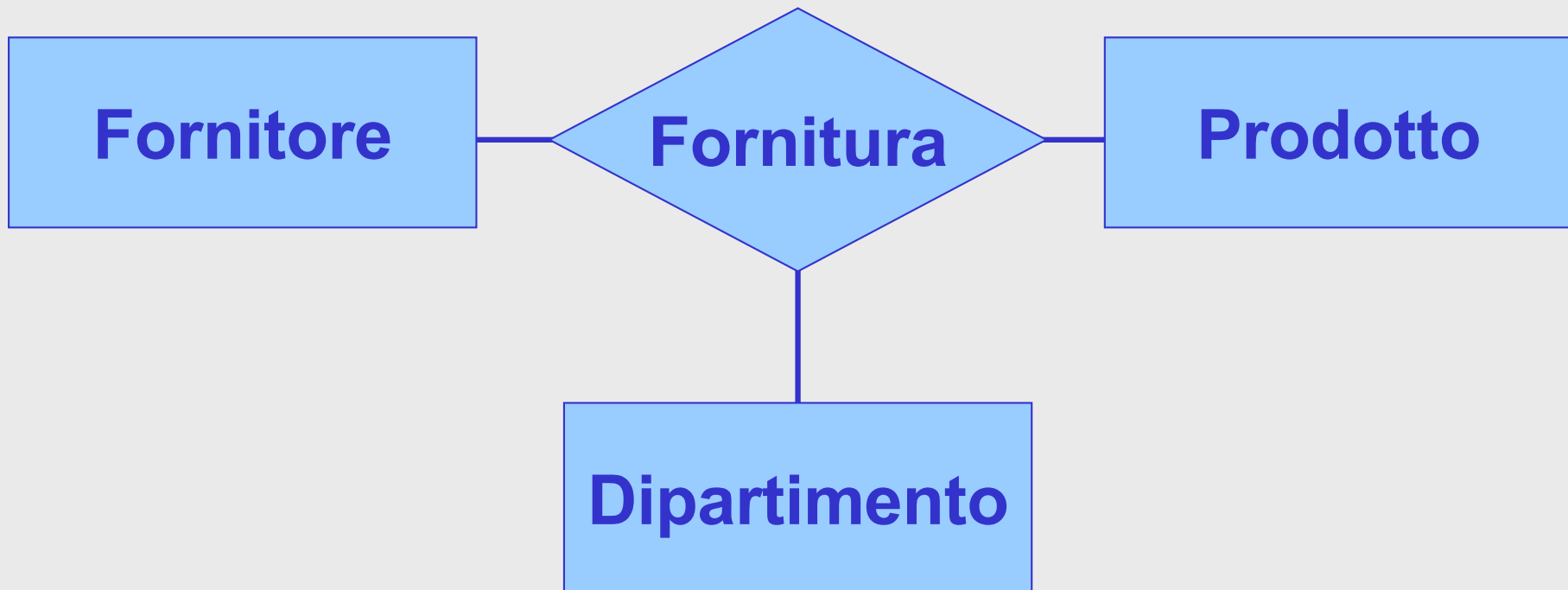
# Con l'entità Mandato



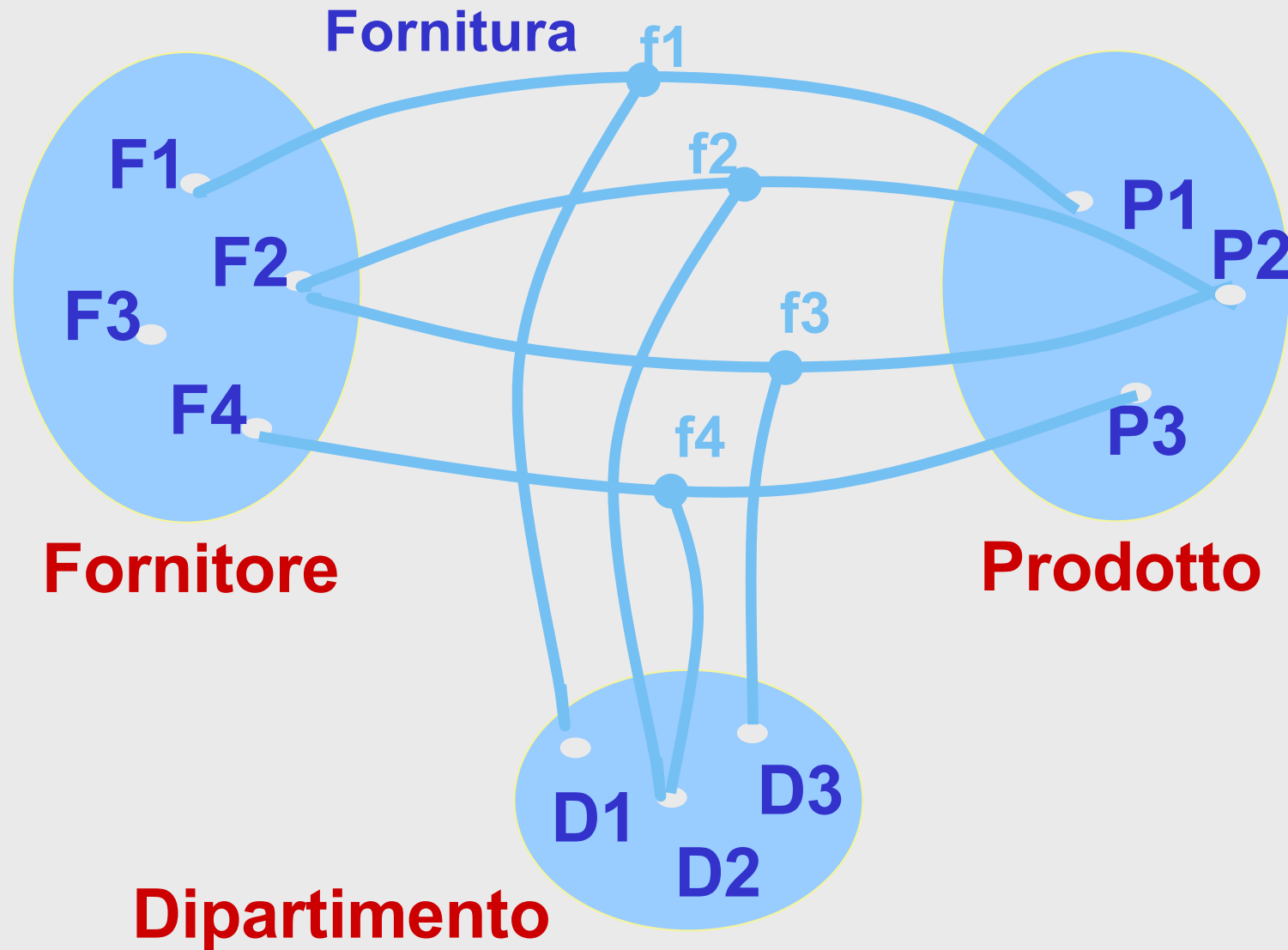
# Relationship n-arie, occorrenze

- Una occorrenza di una relationship n-aria è una n-upla di occorrenze di entità, una per ciascuna entità coinvolta
- Nell'ambito di una relationship non ci possono essere occorrenze (n-uple) ripetute

# Relationship n-aria



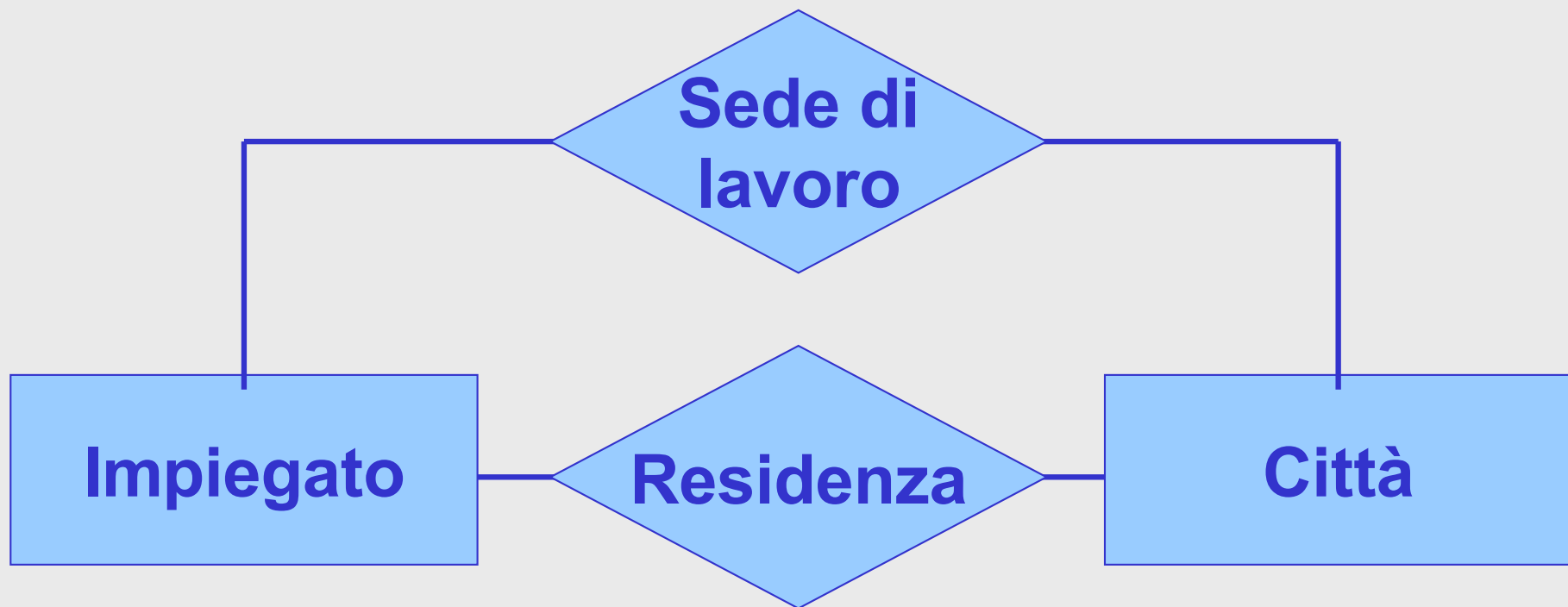
# Esempi di occorrenze



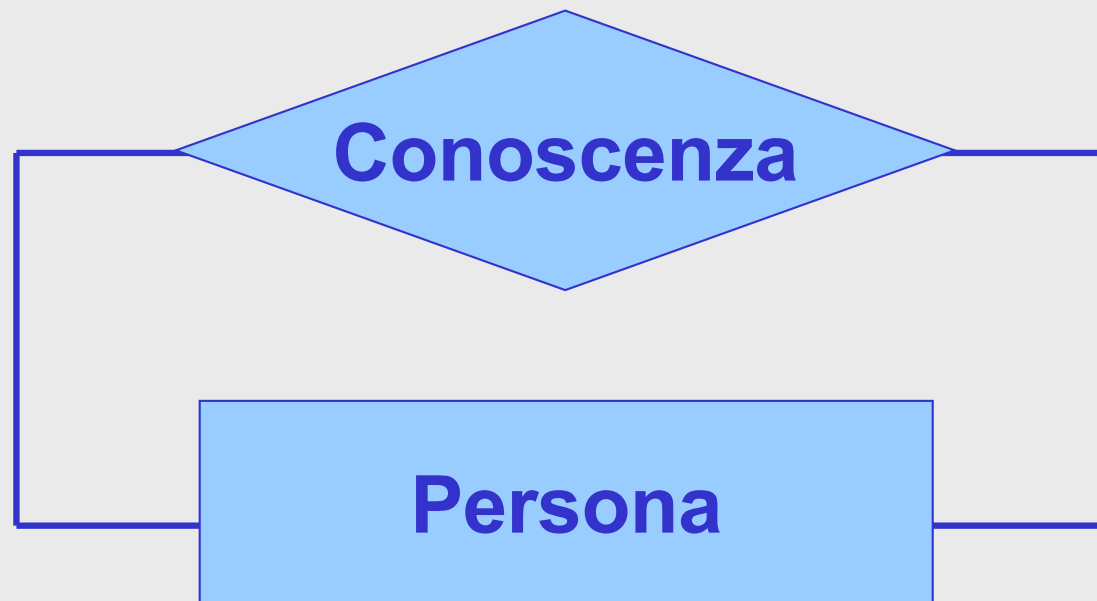
# Relationship n-aria

- Quando è corretto lo schema precedente?
- Che cosa si intende per “fornitura”?

# Due relationship sulle stesse entità

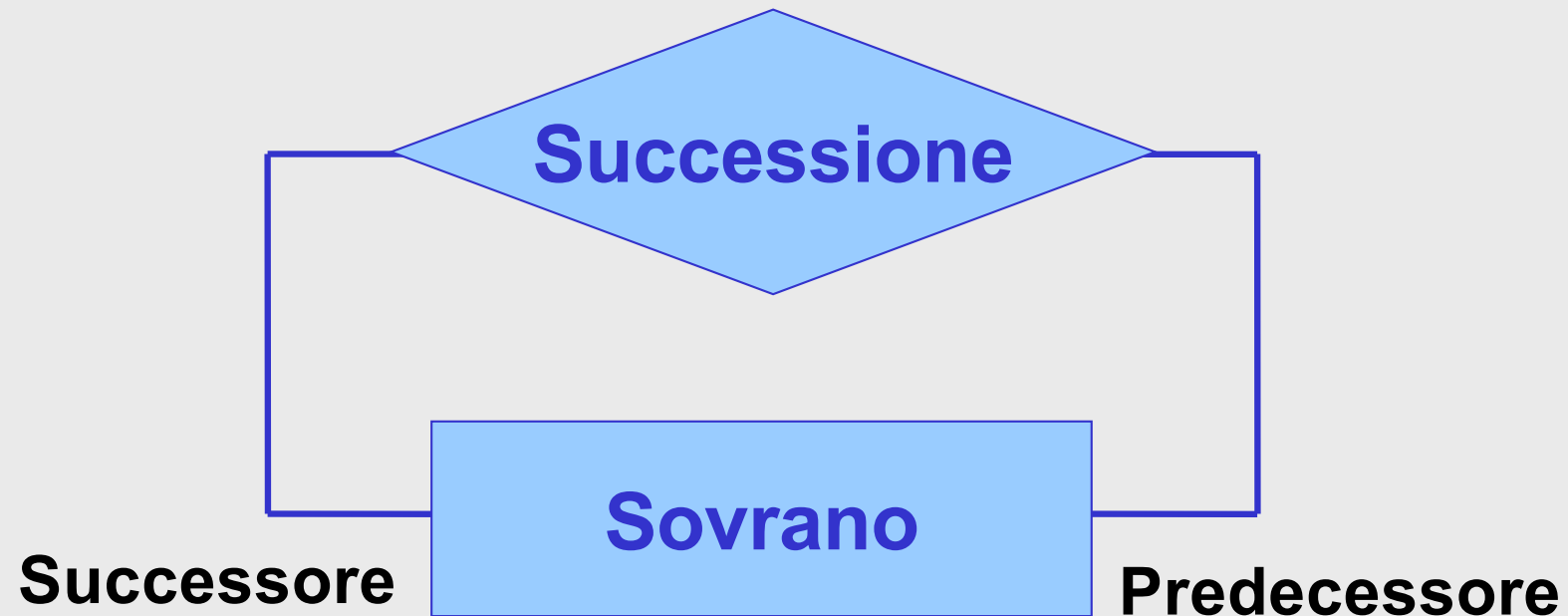


# Relationship ricorsiva: coinvolge “due volte” la stessa entità

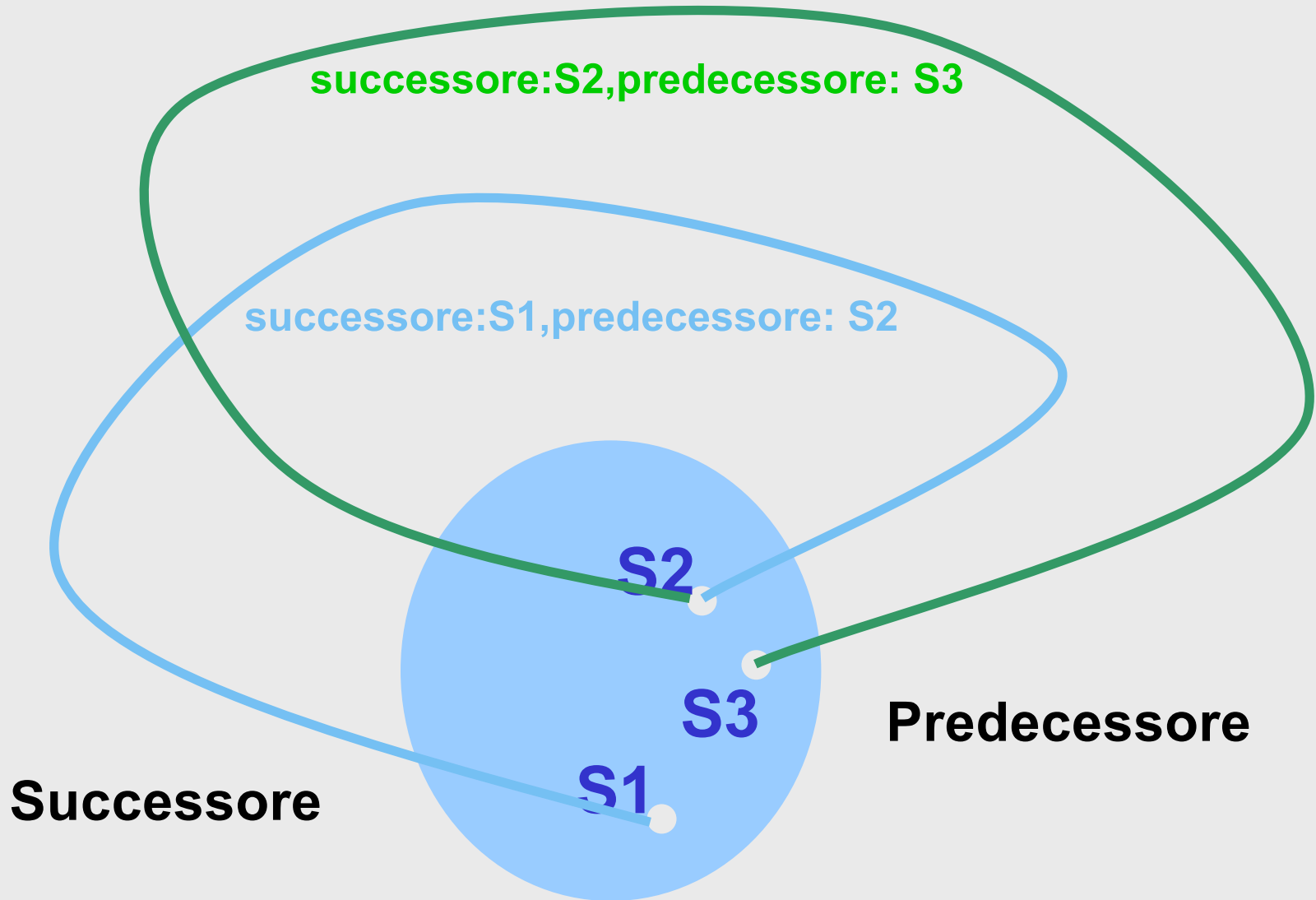




# Relationship ricorsiva con “ruoli”



# Esempi di occorrenze



# Relationship ricorsiva

- “Successione” ... è corretta?

## Edoardo IV



Ritratto di Edoardo IV

## Re d'Inghilterra e Signore d'Irlanda



**In carica** 4 marzo 1461 -  
30 ottobre 1470

**Incoronazione** 28 giugno 1461

**Predecessore** Enrico VI

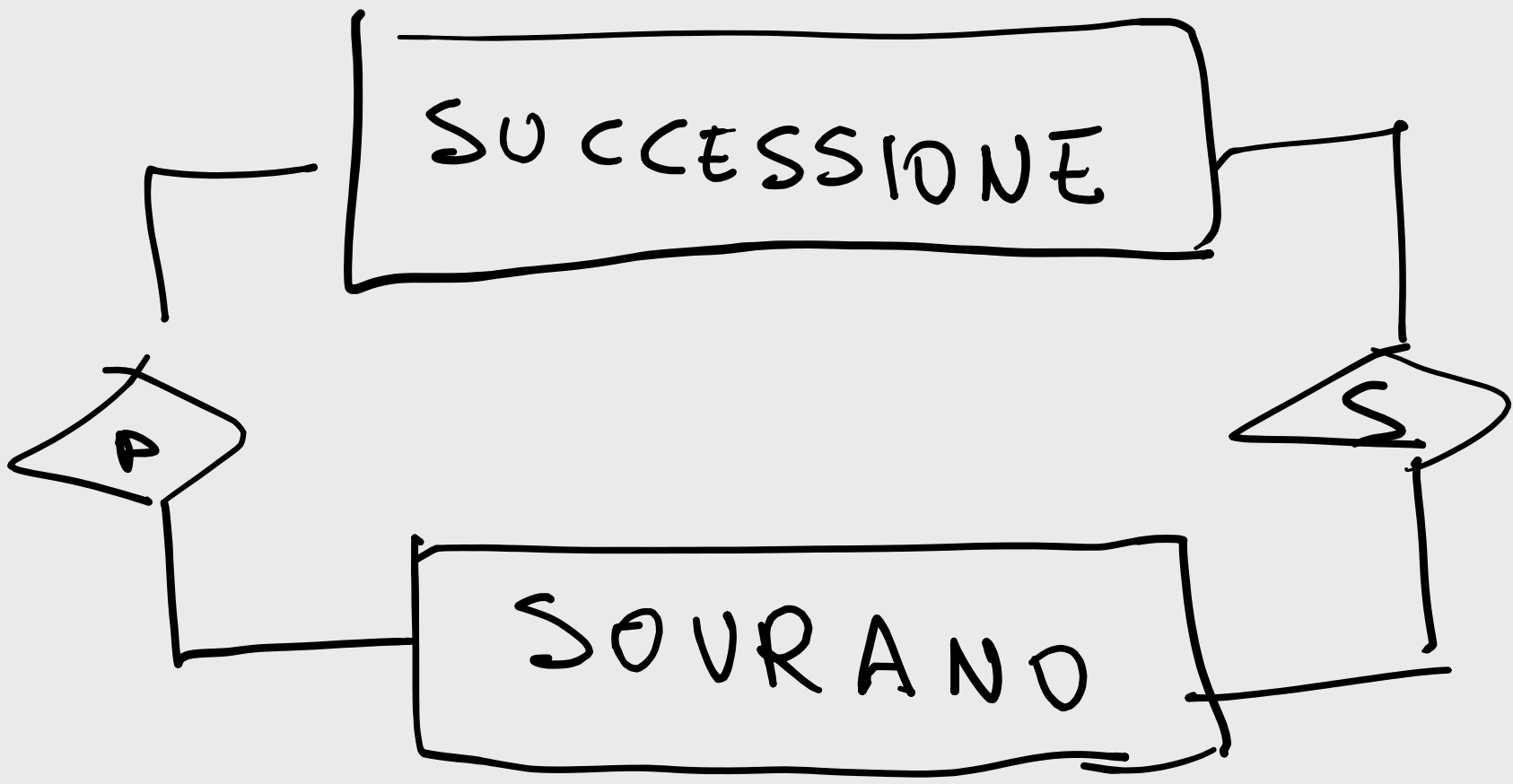
**Successore** Enrico VI

## Re d'Inghilterra e Signore d'Irlanda

**In carica** 11 aprile 1471 -  
9 aprile 1483

**Predecessore** Enrico VI

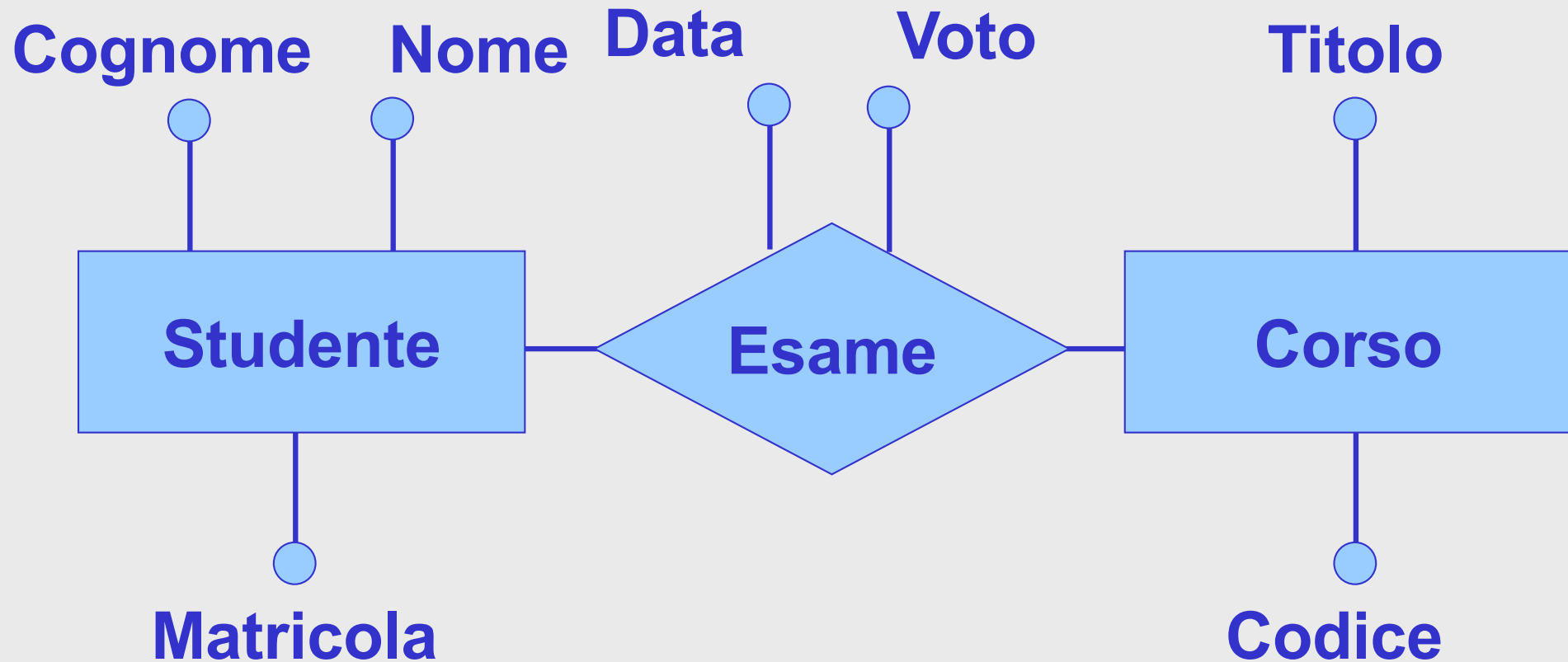
**Successore** Edoardo V



# Attributo

- Proprietà elementare di un' entità o di una relationship, di interesse ai fini dell' applicazione
- Associa ad ogni occorrenza di entità o relationship un valore appartenente a un insieme detto **dominio** dell' attributo

# Attributi, rappresentazione grafica



# Esempi di occorrenze

Matricola: 34567

Cognome: Rossi

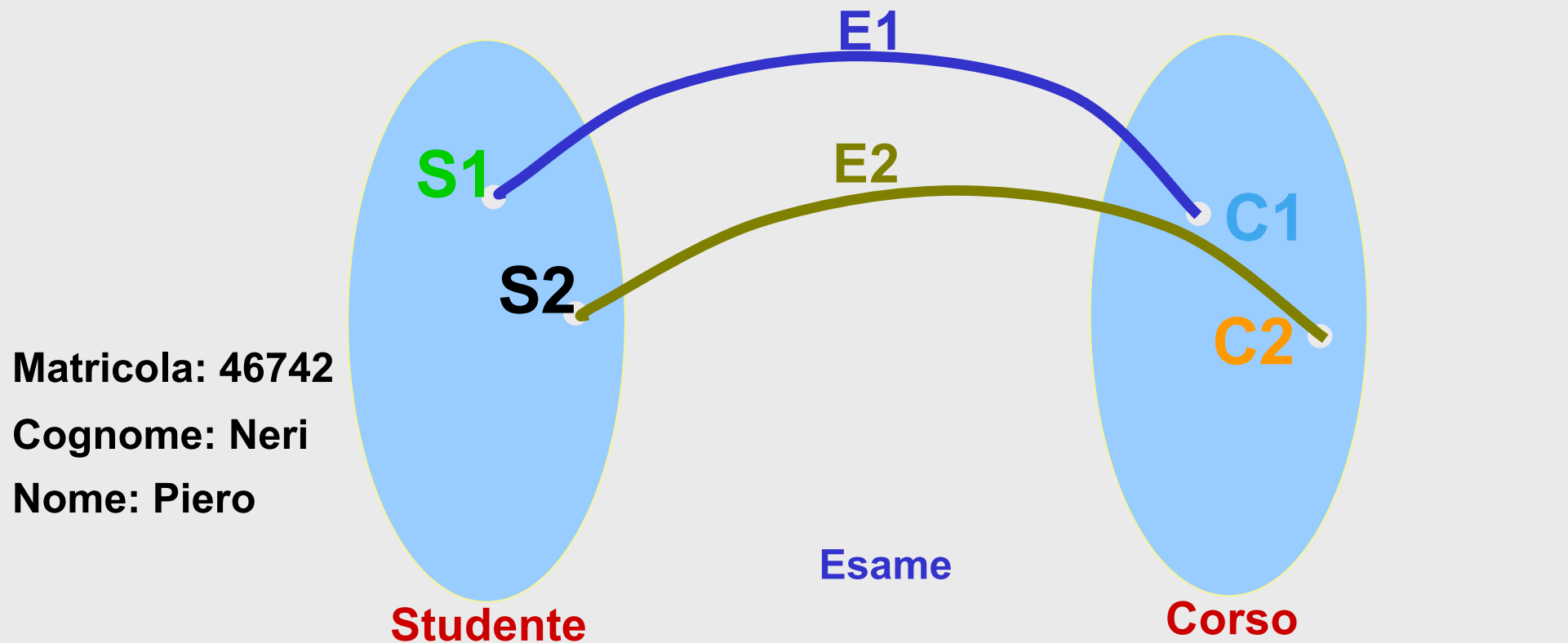
Nome: Mario

Data: 25/07/2004

Voto: 26

Codice: Inf205

Titolo: Basi di dati



Matricola: 46742

Cognome: Neri

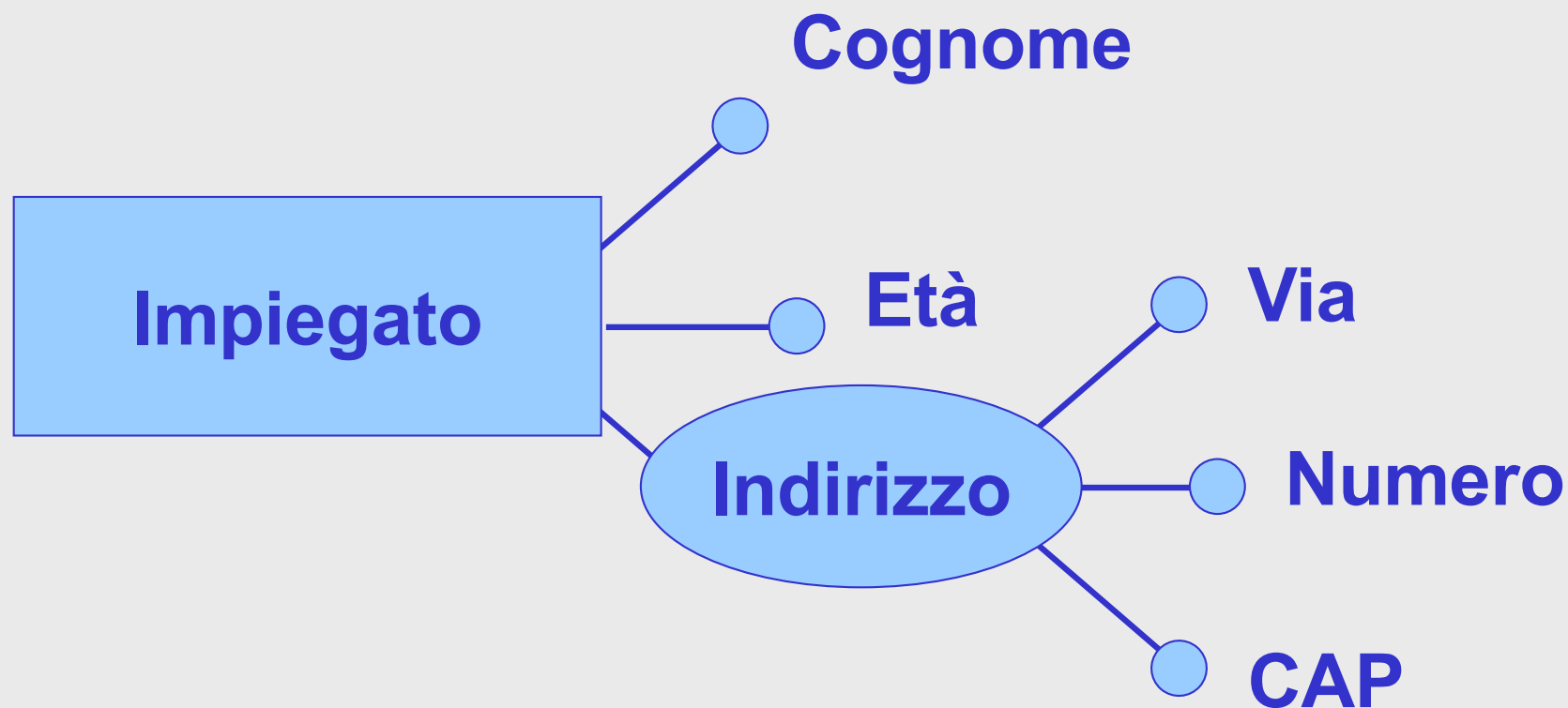
Nome: Piero



# Attributi composti

- Raggruppano attributi di una medesima entità o relationship che presentano affinità nel loro significato o uso
- Esempio:
  - Via, Numero civico e CAP formano un Indirizzo

# Rappresentazione grafica





# Altri costrutti del modello E-R

- Cardinalità
  - di relationship
  - di attributo
- Identificatore
  - interno
  - esterno
- Generalizzazione

# Cardinalità di relationship

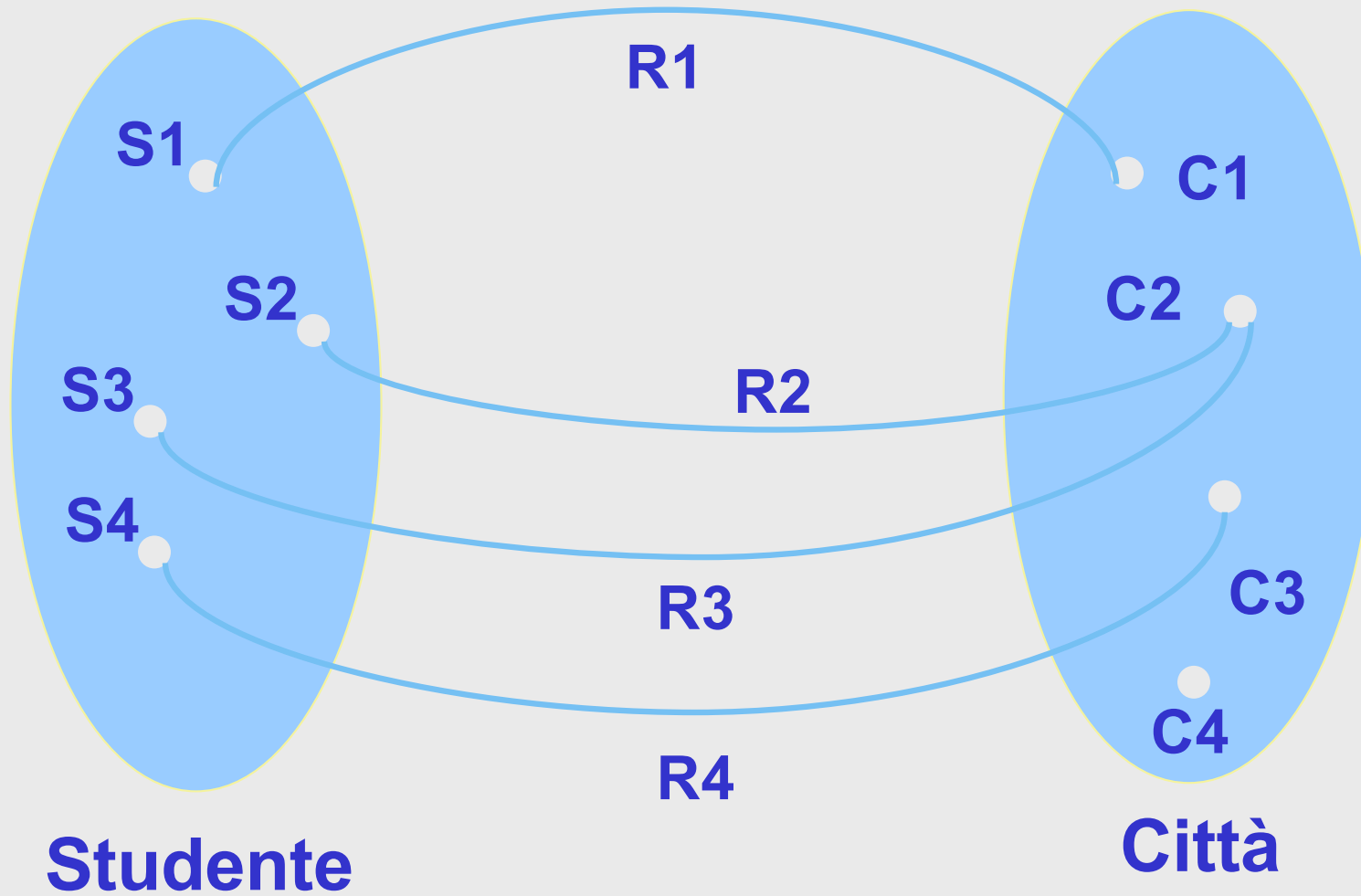
- Coppia di valori associati a ogni entità che partecipa a una relationship
- specificano il numero minimo e massimo di occorrenze delle relationship cui ciascuna occorrenza di una entità può partecipare

# Esempio di cardinalità



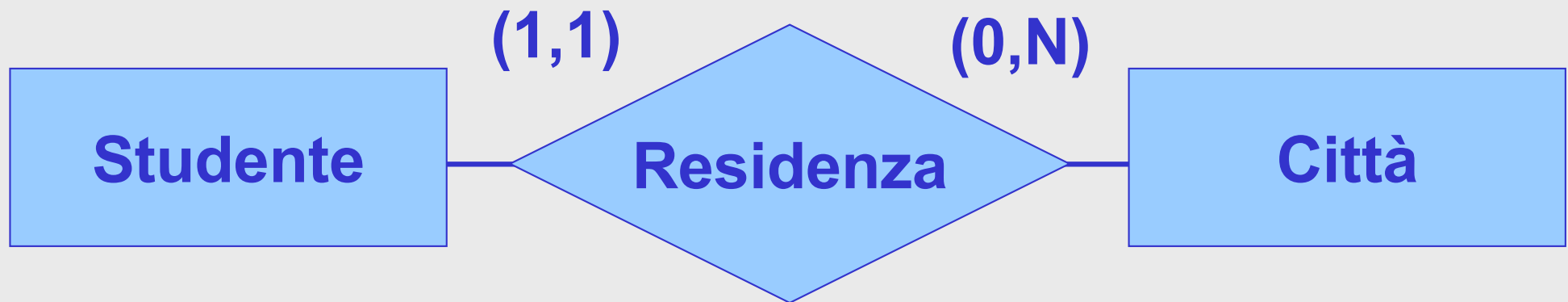
- per semplicità usiamo solo tre simboli:
- 0 e 1 per la cardinalità minima:
  - 0 = “partecipazione **opzionale**”
  - 1 = “partecipazione **obbligatoria**”
- 1 e “N” per la massima:
  - “N” non pone alcun limite

# Occorrenze di Residenza



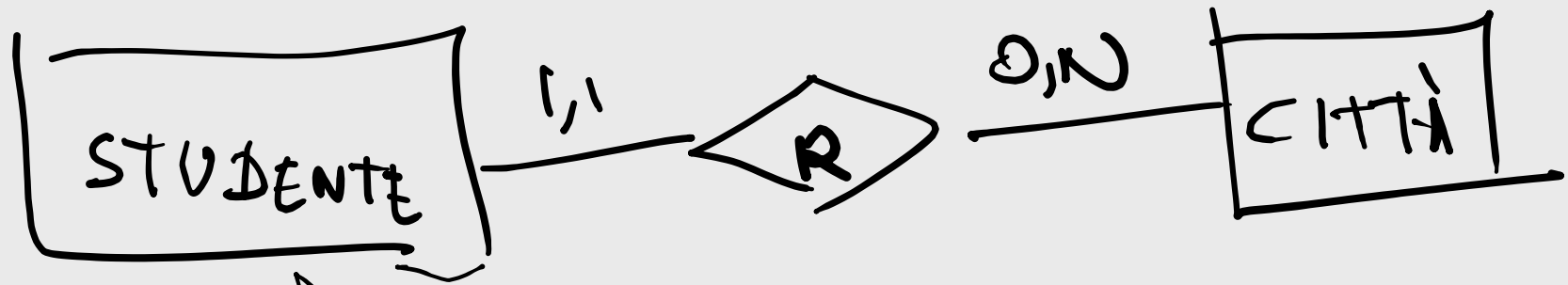


# Cardinalità di Residenza

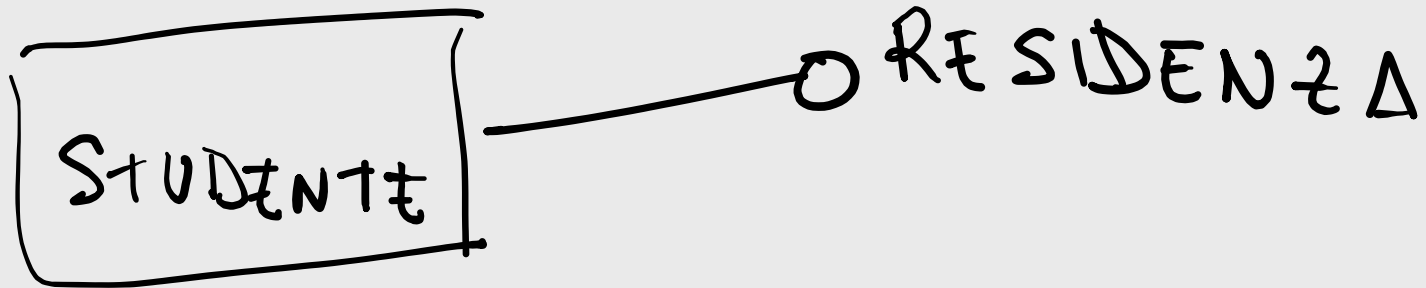


## Relationship "uno a molti"

- La città di residenza è una "proprietà" dello studente
- Un attributo "reificato", cioè promosso a entità perché "ci interessa" come concetto
- Probabilmente perché ha, a sua volta, proprietà (nome, provincia, ...)
- Se c'è la relationship, allora non c'è l'entità



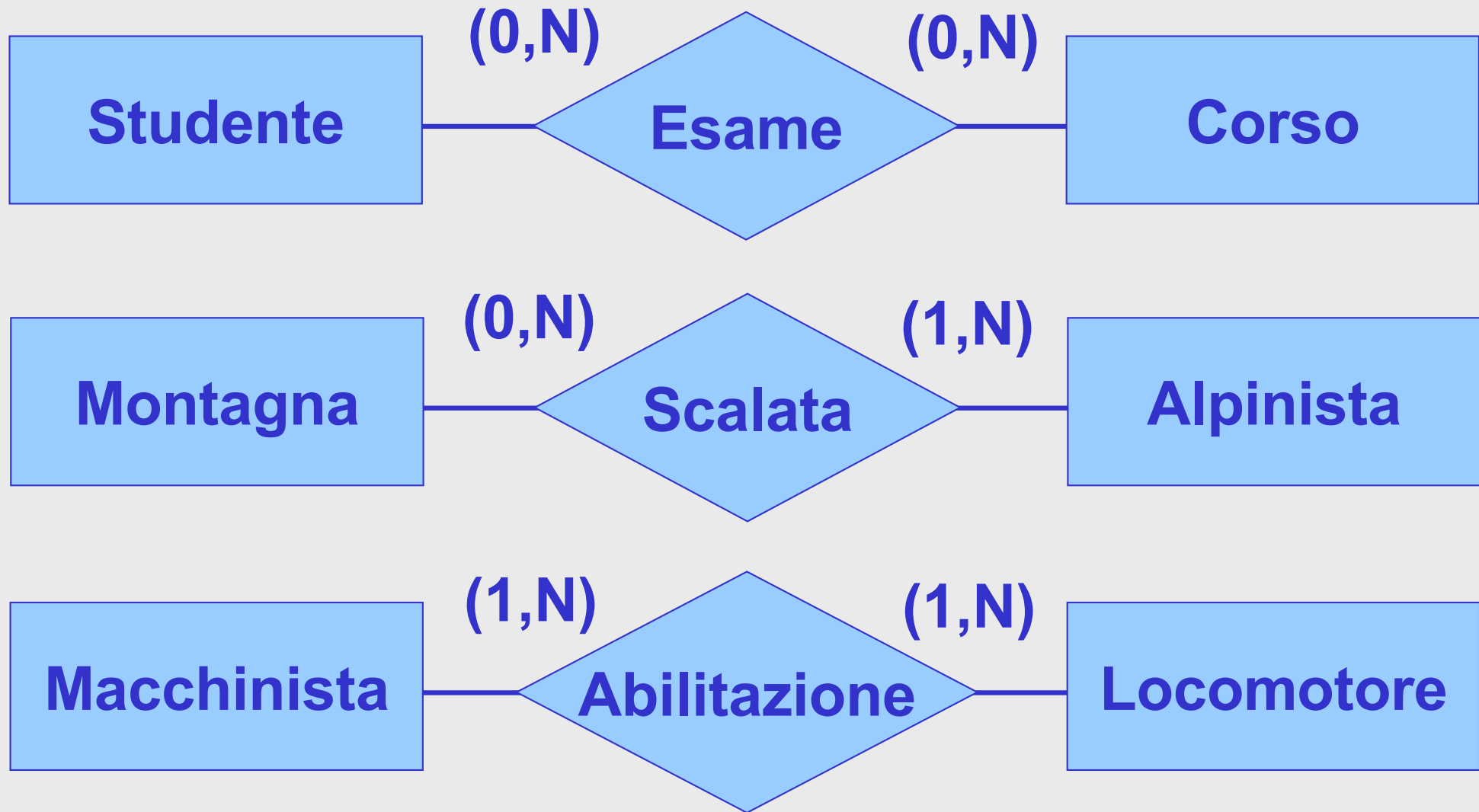
~~0 RESIDENZA~~



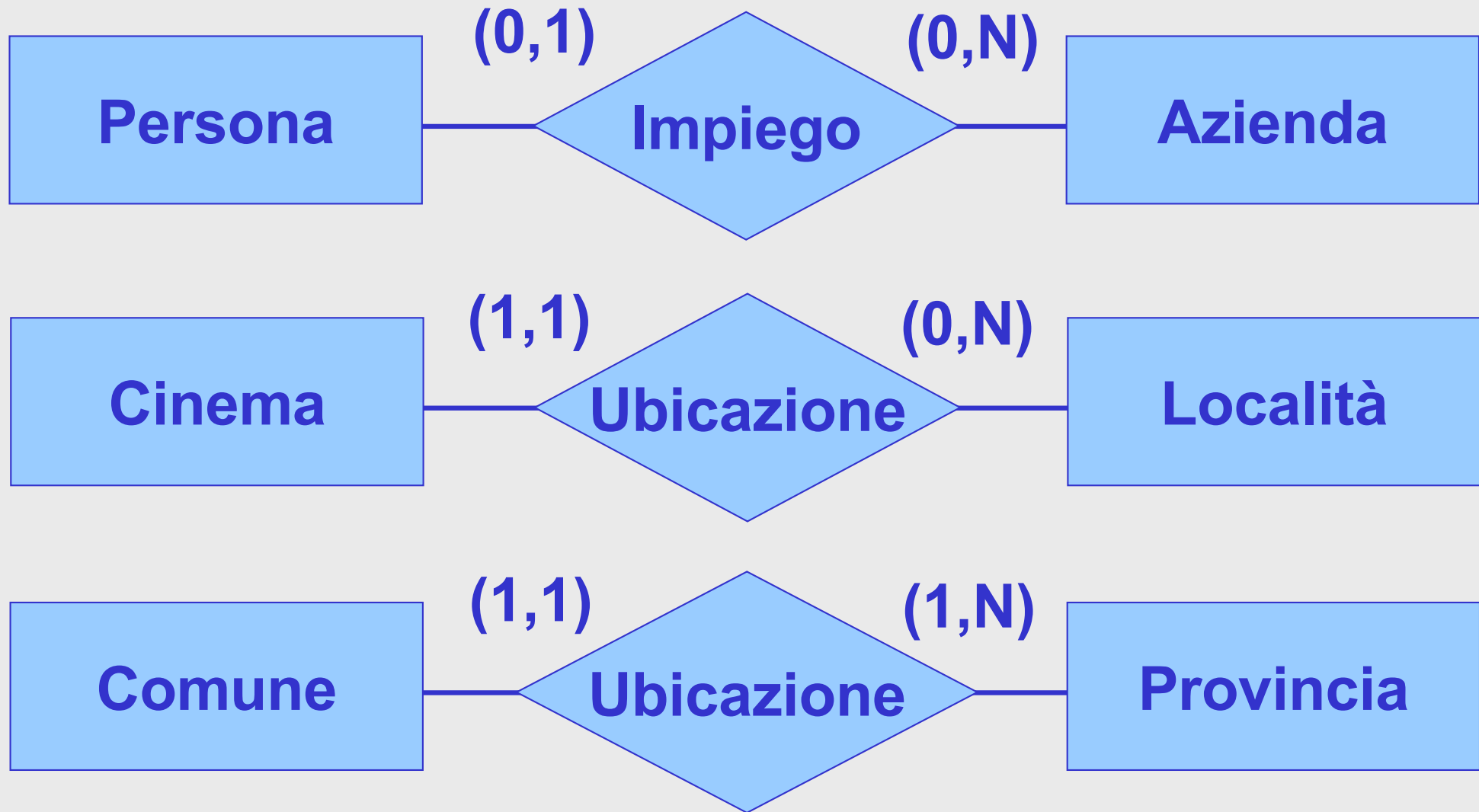
# Tipi di relationship

- Con riferimento alle cardinalità **massime**, abbiamo relationship:
  - uno a uno
  - uno a molti
  - molti a molti

# Relationship “molti a molti”

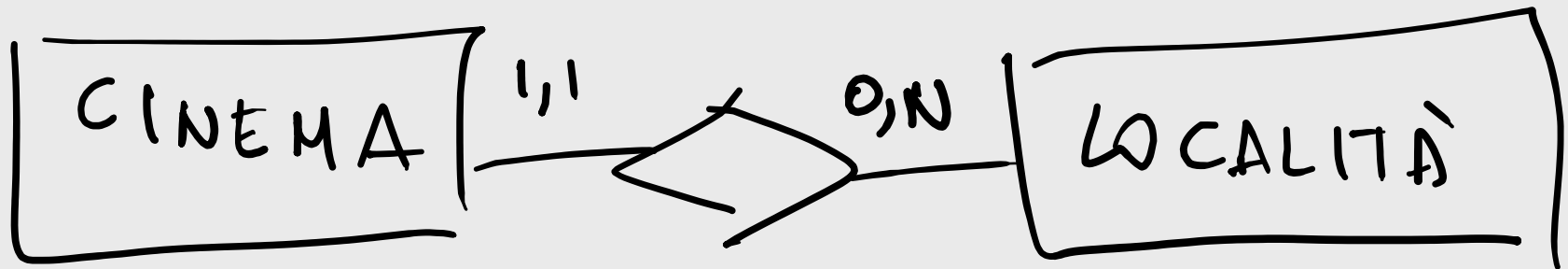


# Relationship “uno a molti”

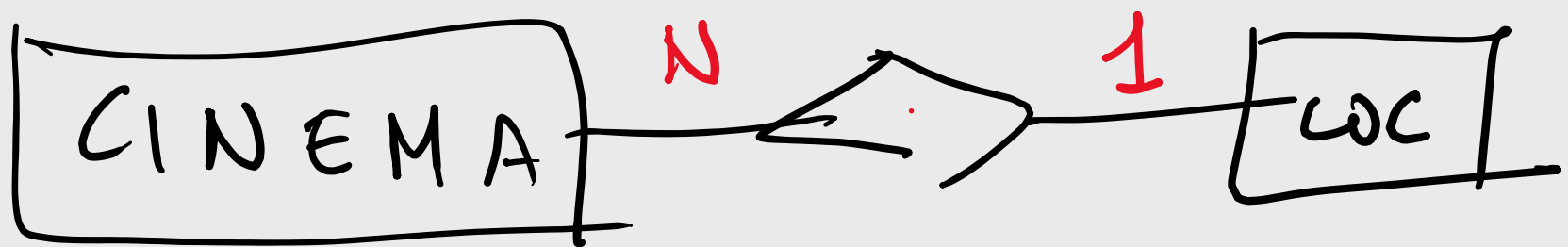


## Due avvertenze

- Le relationship obbligatorie-obbligatorie sono molto rare
- Attenzione al "verso" nelle relationship uno a molti
  - esiste anche un'altra notazione

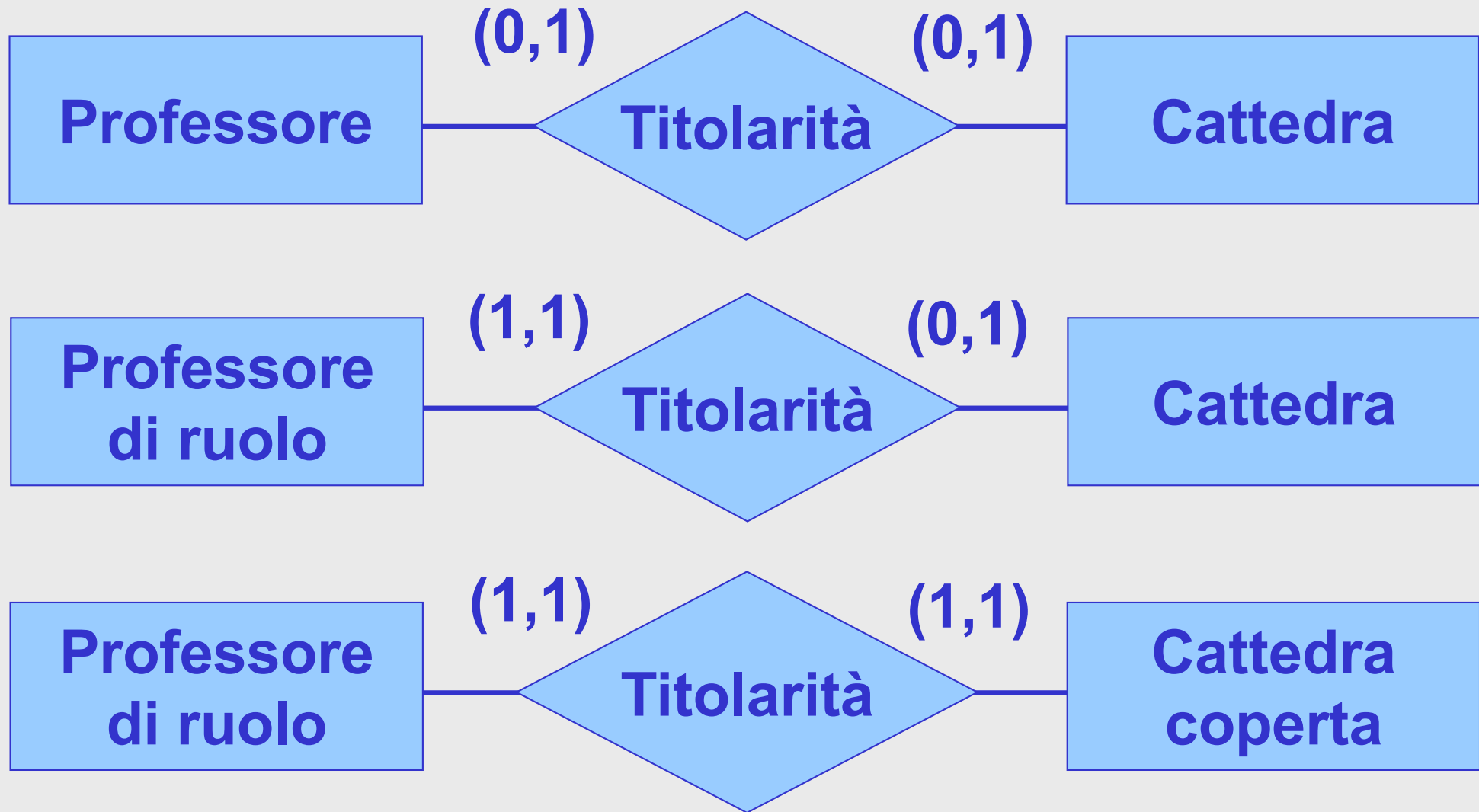


ALTRA  
NOTAZIONE (MEGLIO NON  
UTILIZZARLA)





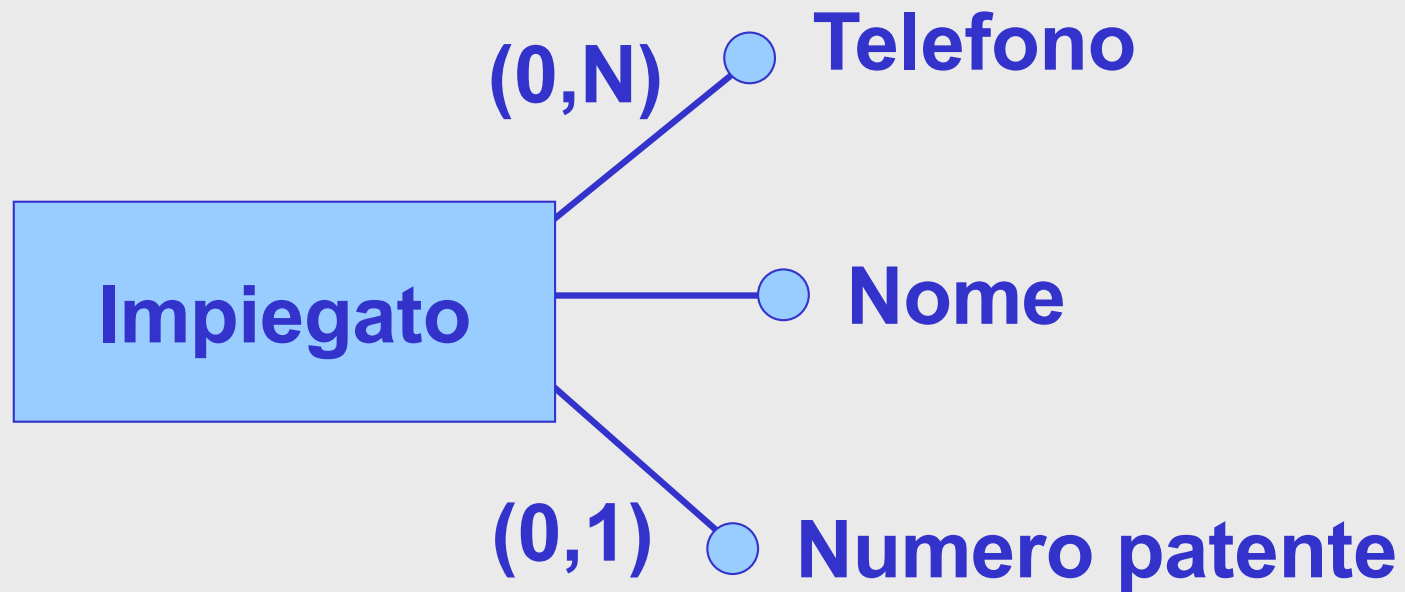
# Relationship “uno a uno”



# Cardinalità di attributi

- E' possibile associare delle cardinalità anche agli attributi, con due scopi:
  - indicare opzionalità ("informazione incompleta")
  - indicare attributi multivalore

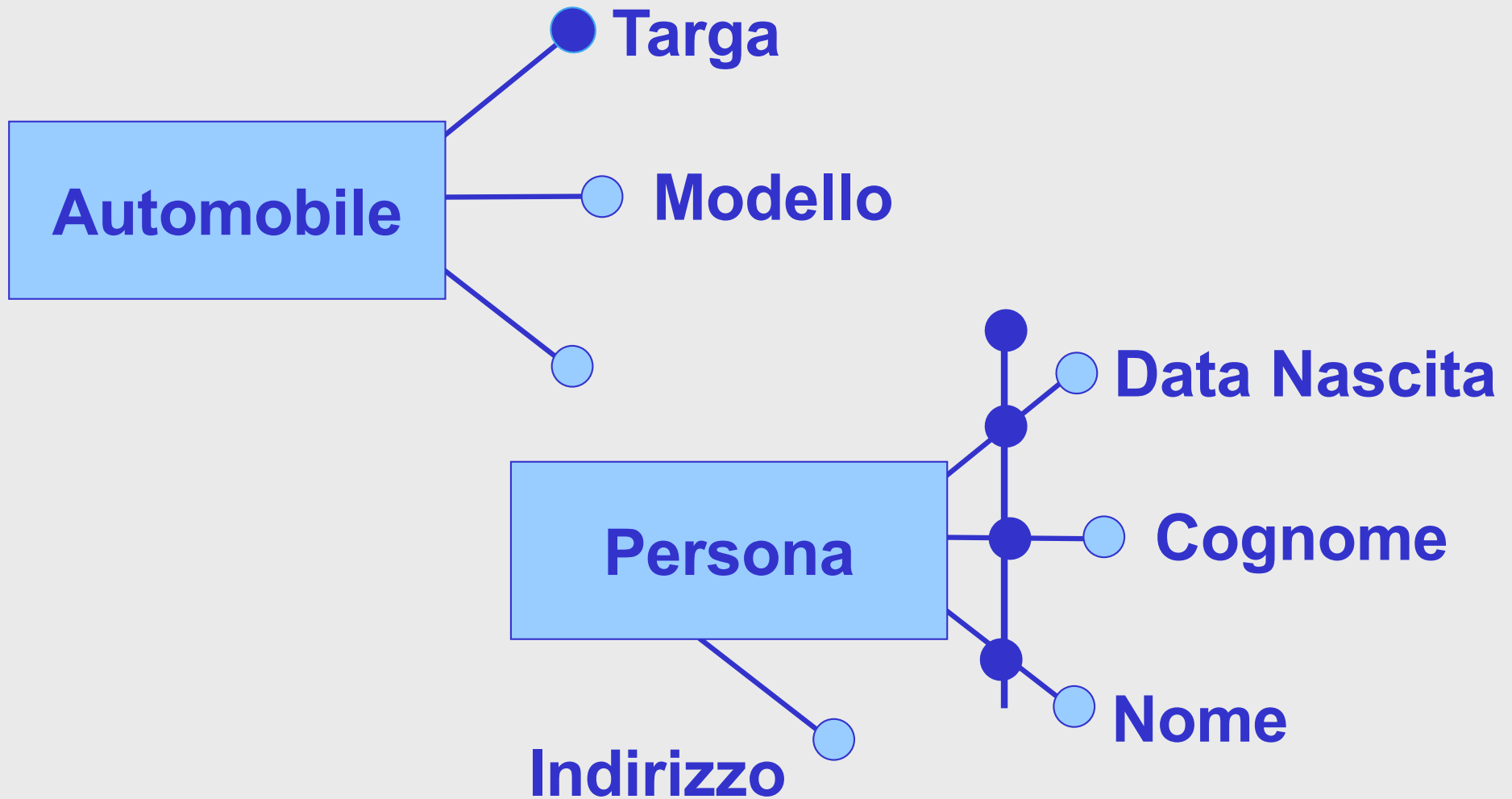
# Rappresentazione grafica



# Identificatore di una entità

- “strumento” per l’ identificazione univoca delle occorrenze di un’ entità
- costituito da:
  - attributi dell’ entità
    - **identificatore interno**
  - (attributi +) entità esterne attraverso relationship
    - **identificatore esterno**

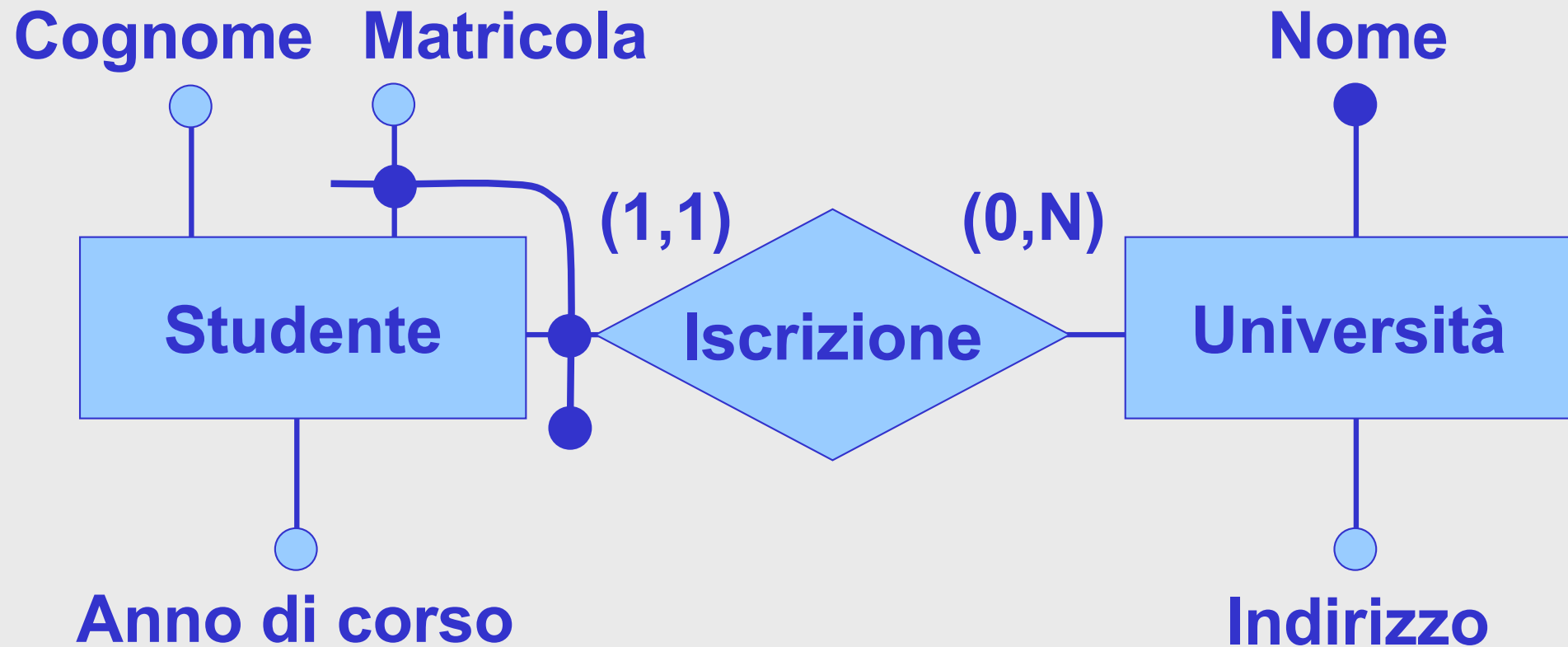
# Identificatori interni



# L'identificatore interno può non bastare

- Anagrafe nazionale degli studenti
- Ogni studente ha una matricola
- Basta la matricola per identificare?

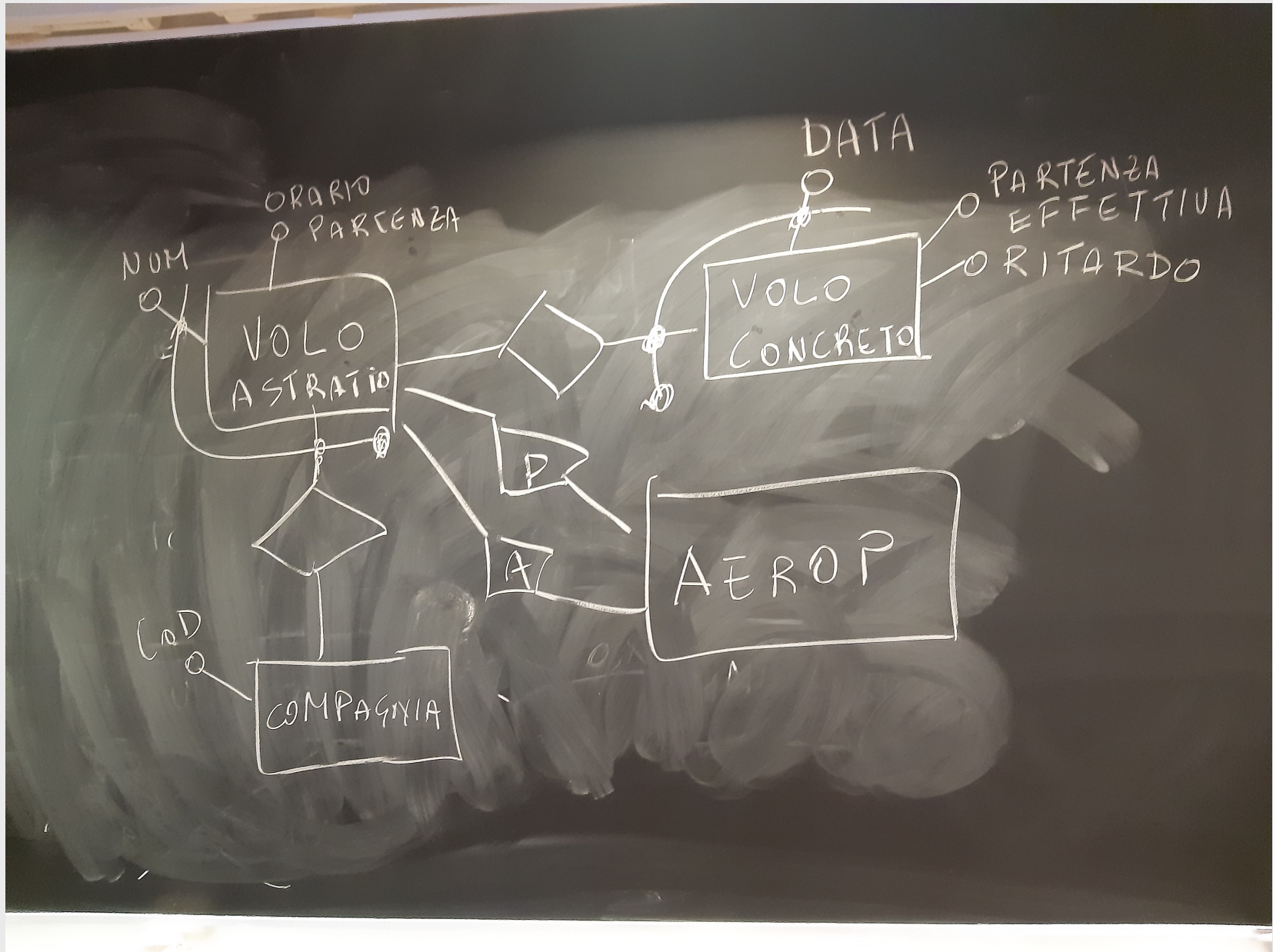
# Identificatore esterno



# Identificatore esterno molto comune

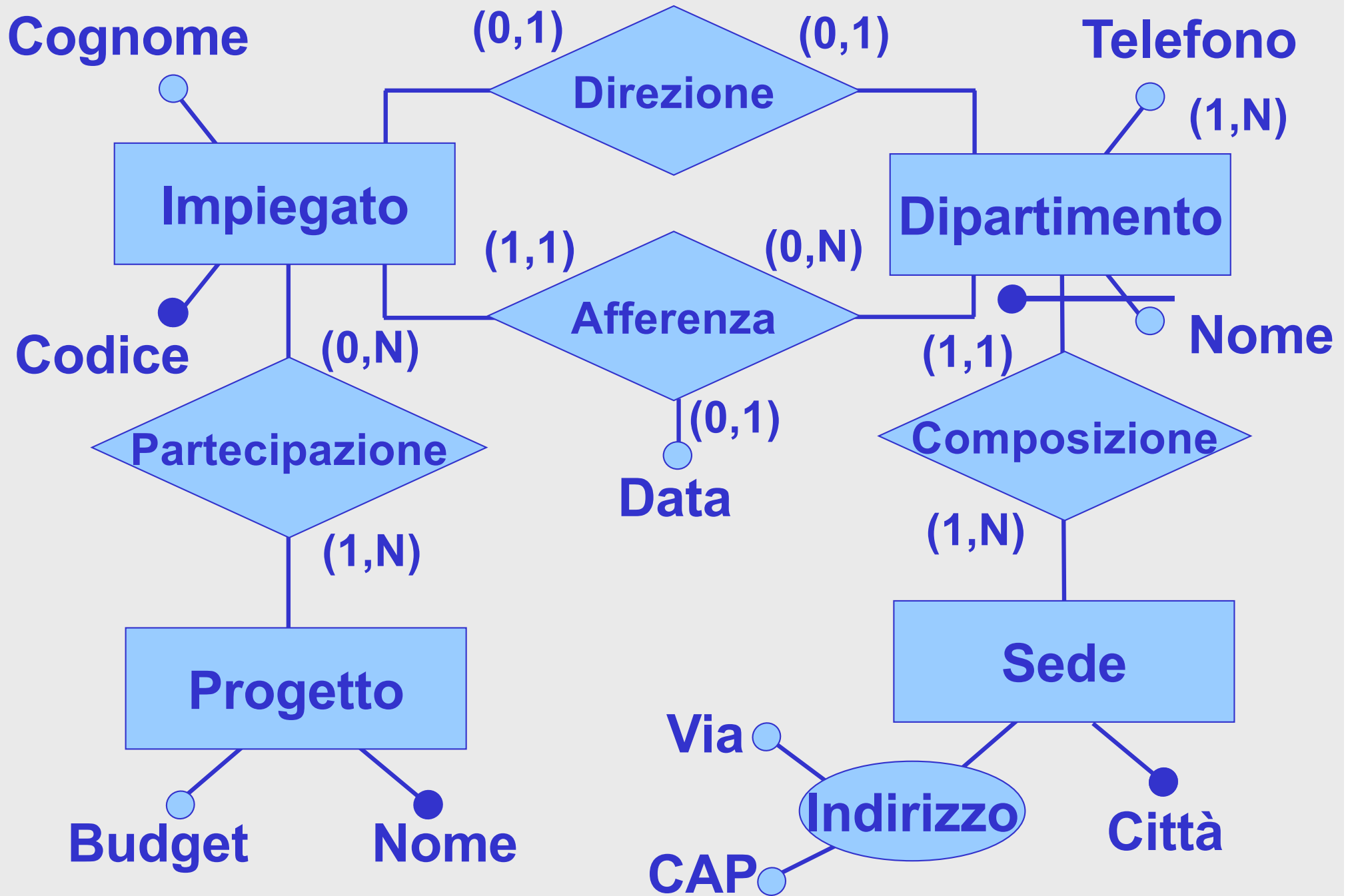
- Volo aereo
- Identificato da?





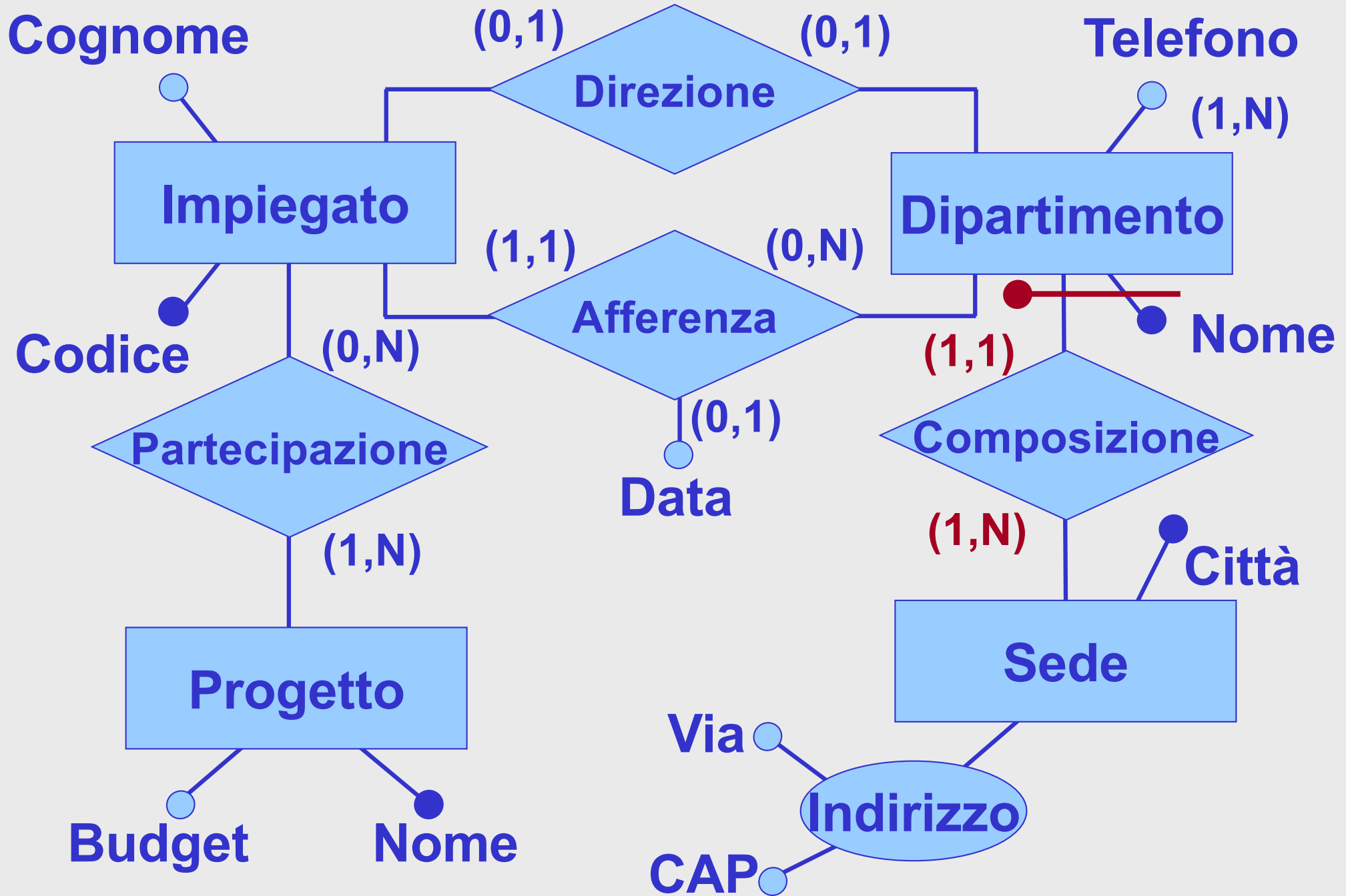
## Alcune osservazioni

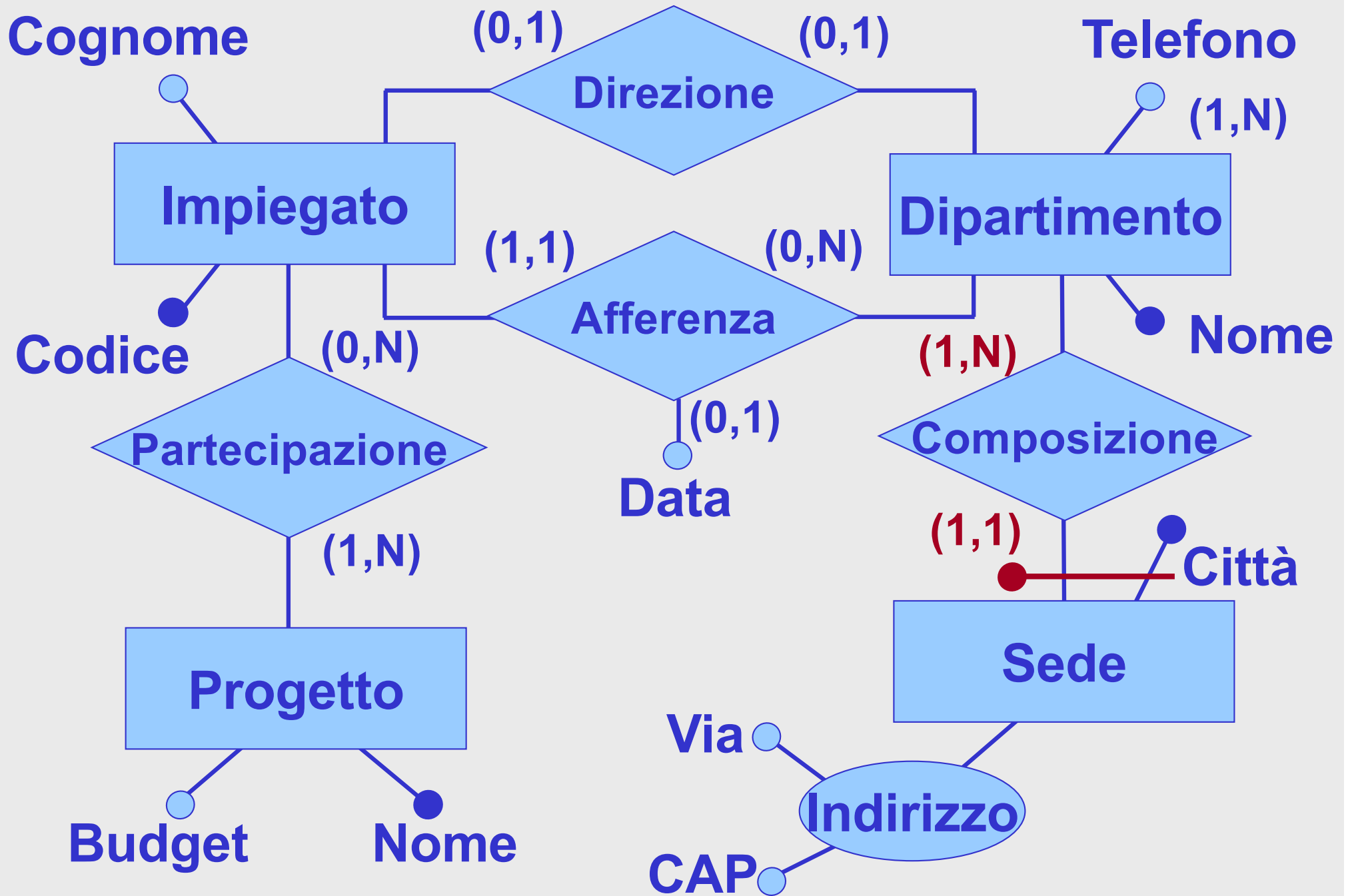
- per ogni entità, almeno un identificatore
- identificazione esterna solo attraverso relationship a cui l'entità partecipa con cardinalità (1,1)
  - in teoria, se ci sono altri identificatori, anche (0,1) potrebbe andare
- perché non parliamo degli identificatori delle relationship?

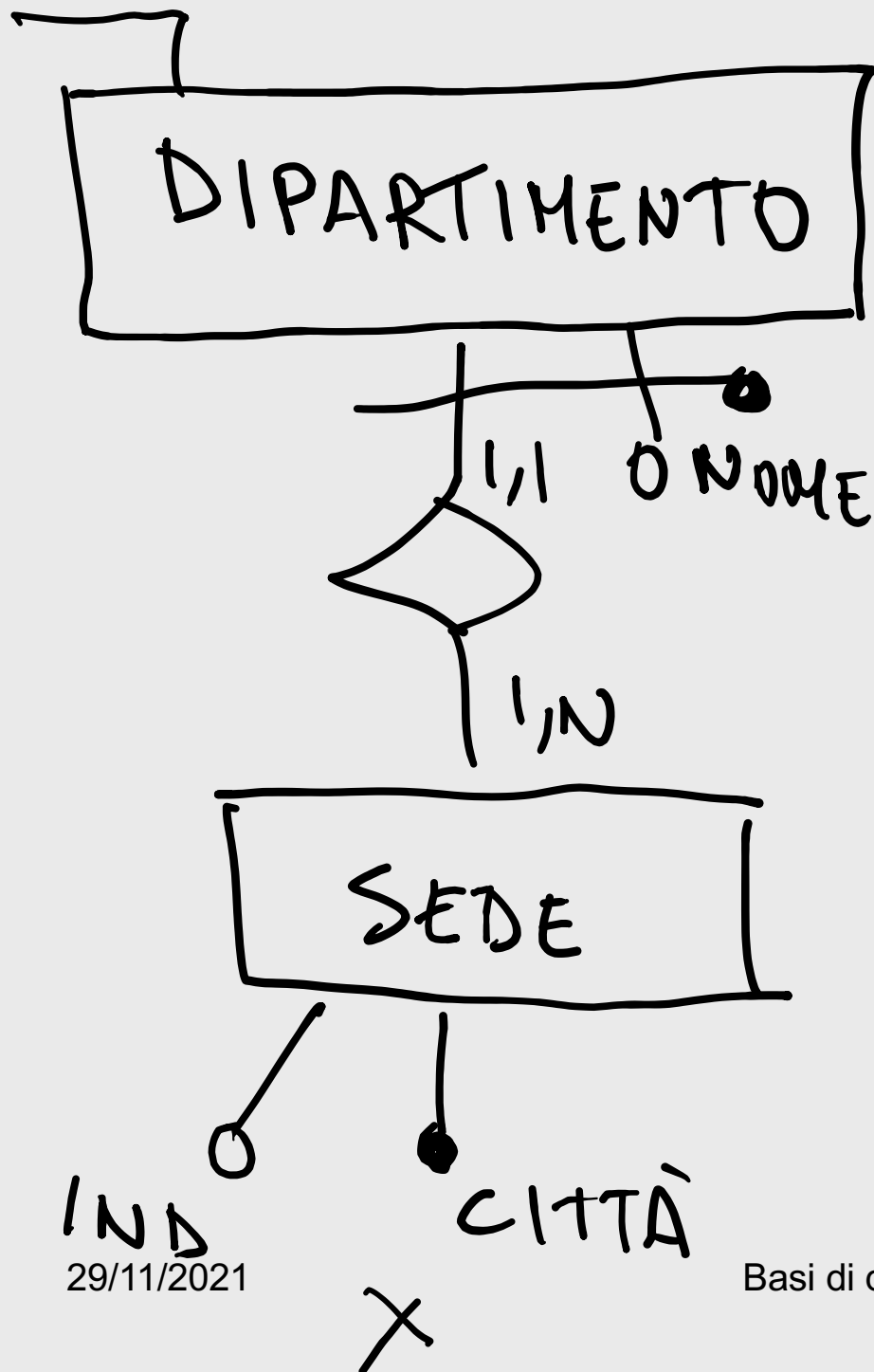


# Attenzione

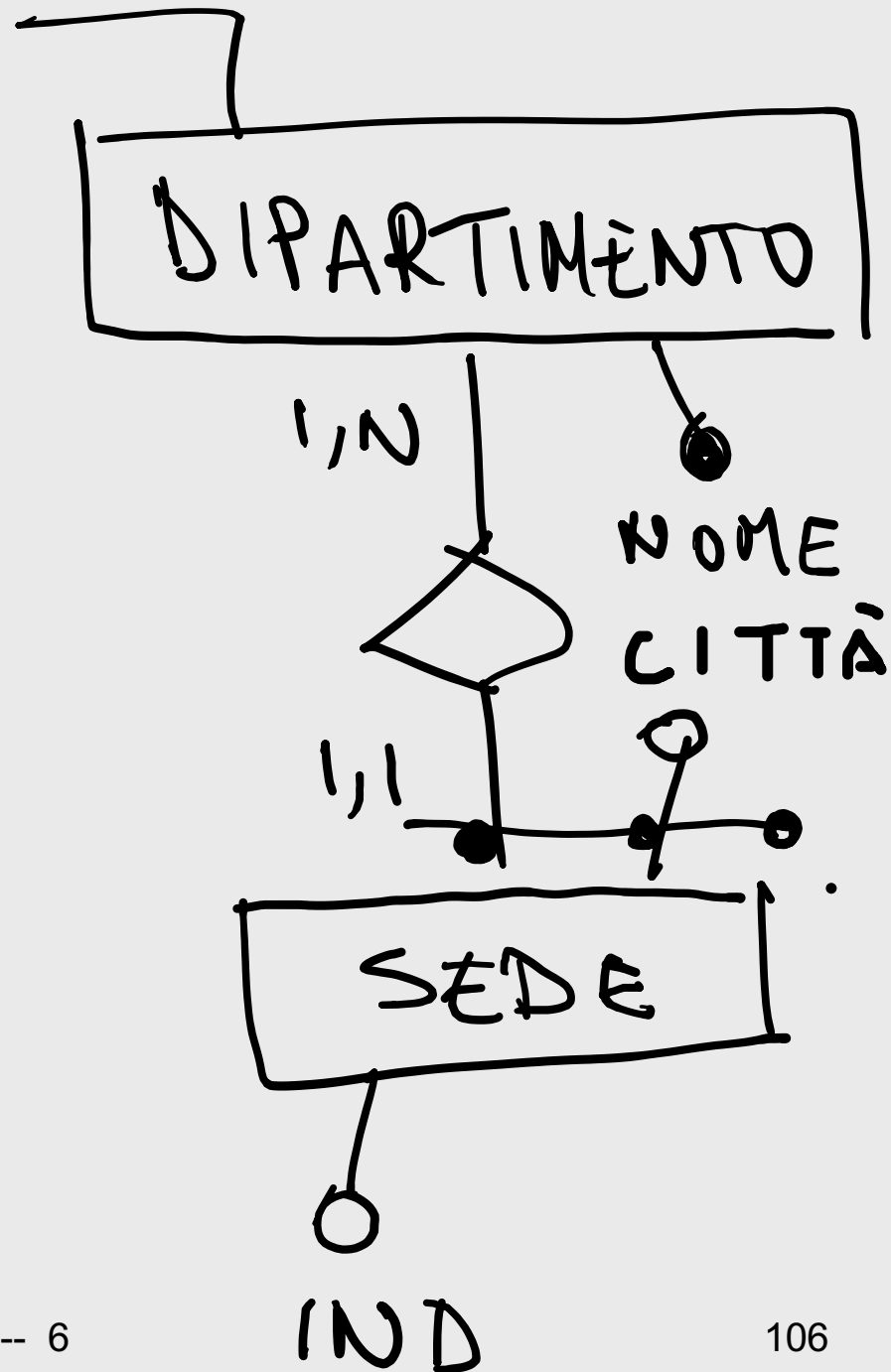
- Differenze apparentemente piccole in cardinalità e identificatori possono cambiare di molto il significato ...







29/11/2021



MILANO VIAPO

VENDETE

PROD

ROMA CORSO

NEGOZIO

PROD

VENDETE

ROMA CORSO

MILANO GALLERIA

PRODUZIONE

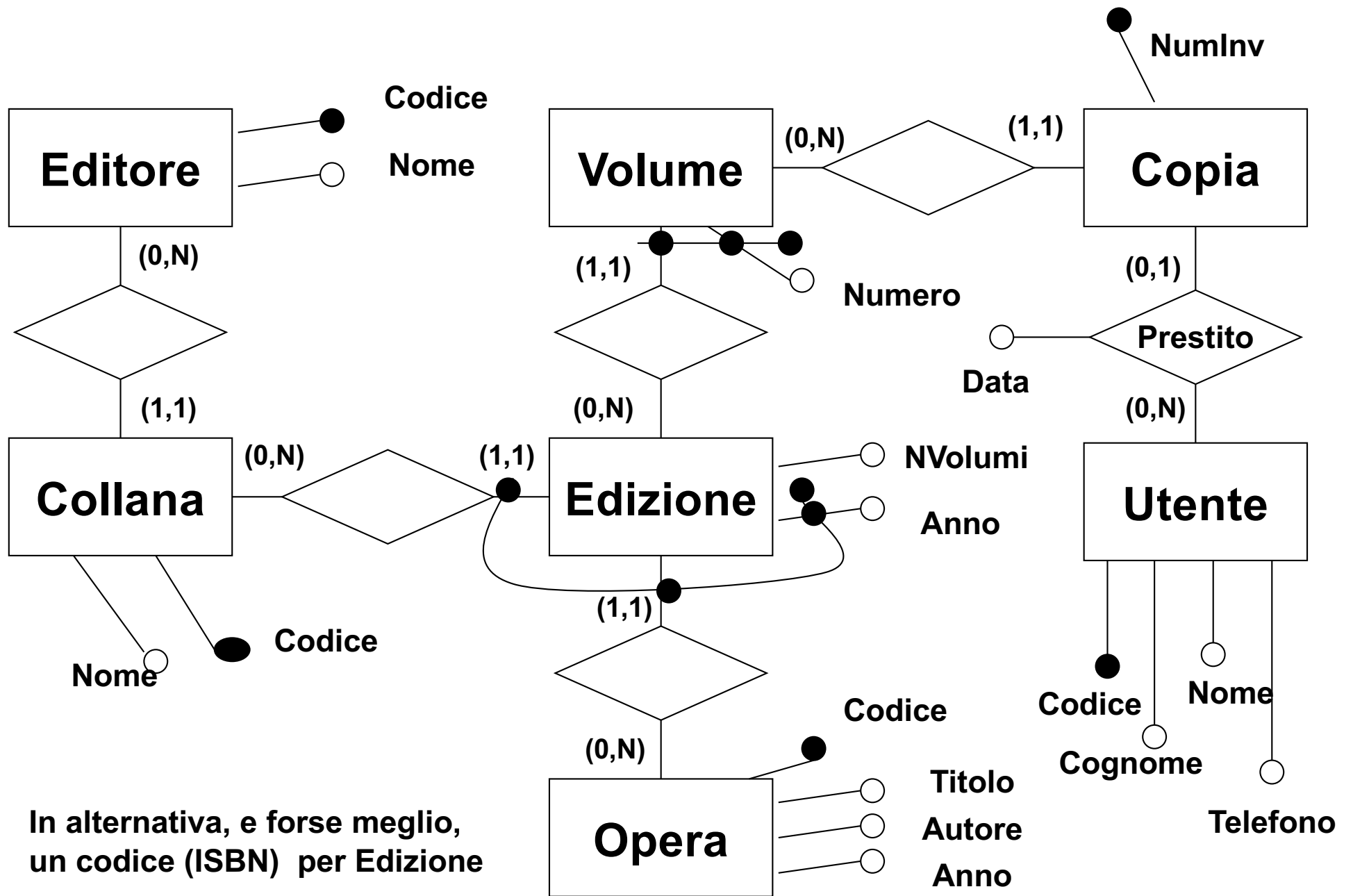
MILANO BOVISA



# Esercizio (esame del 13/09/2002)

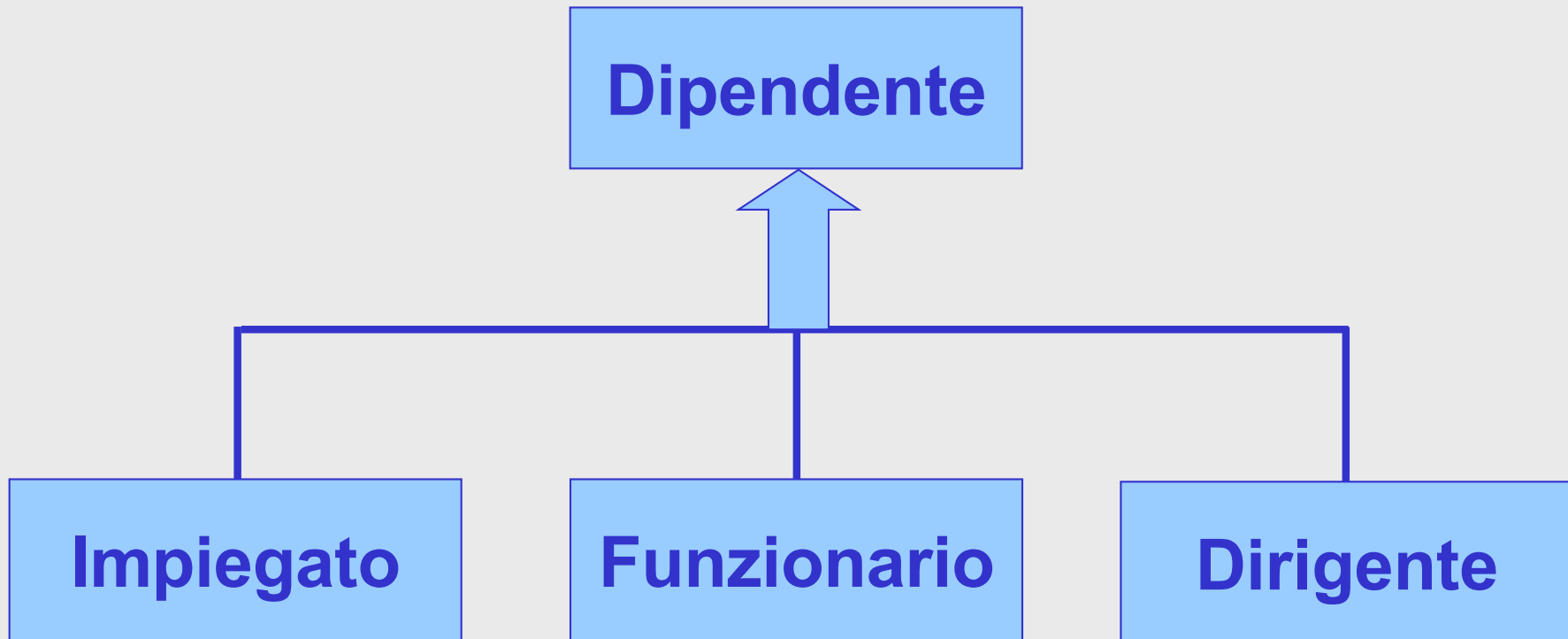
Definire uno schema E-R per una biblioteca, con le seguenti specifiche:

- oggetto dei prestiti sono esemplari (detti anche copie) di singoli volumi, identificati attraverso un numero di inventario;  
ogni volume è relativo ad una specifica edizione (che può essere articolata in più volumi, anche in modo diverso dalle altre edizioni) di un'opera
- un volume può essere presente in più copie
- una edizione è caratterizzata dall'opera, dalla collana e dall'anno
- riassumendo ed esemplificando, è possibile prendere in prestito la seconda copia del terzo volume de “I Miserabili”, edizione Mondadori, collana Oscar, del 1975
- ogni collana ha un nome e un codice e un editore
- ogni editore ha un nome e un codice
- ogni opera ha un titolo, un autore e un anno di prima pubblicazione
- per ogni prestito in corso (quelli conclusi non interessano), sono rilevanti la data prevista di restituzione e l'utente (che può avere più volumi in prestito contemporaneamente), con codice identificativo, nome, cognome e recapito telefonico



In alternativa, e forse meglio,  
un codice (ISBN) per Edizione

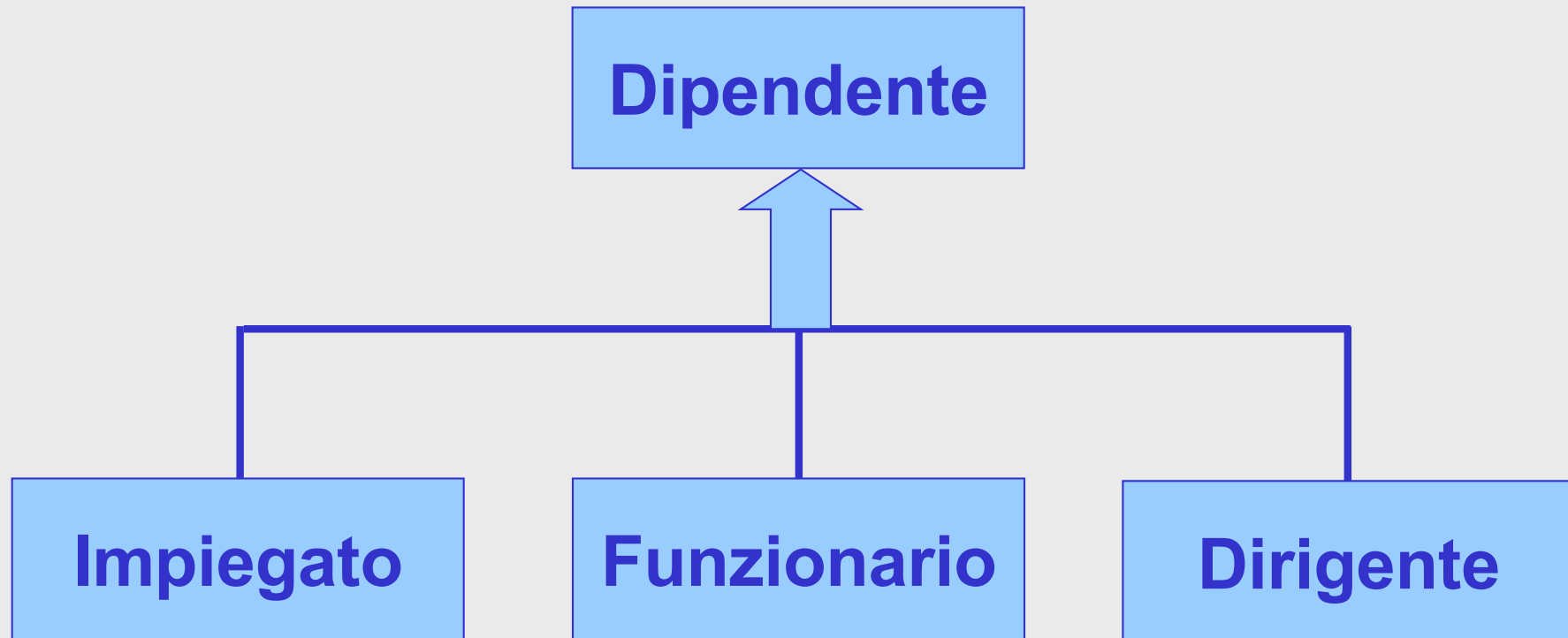
# Un ultimo costrutto, la generalizzazione



# Generalizzazione

- mette in relazione una o più entità  $E_1, E_2, \dots, E_n$  con una entità  $E$ , che le comprende come casi particolari
  - $E$  è **generalizzazione** di  $E_1, E_2, \dots, E_n$
  - $E_1, E_2, \dots, E_n$  sono **specializzazioni** (o sottotipi) di  $E$

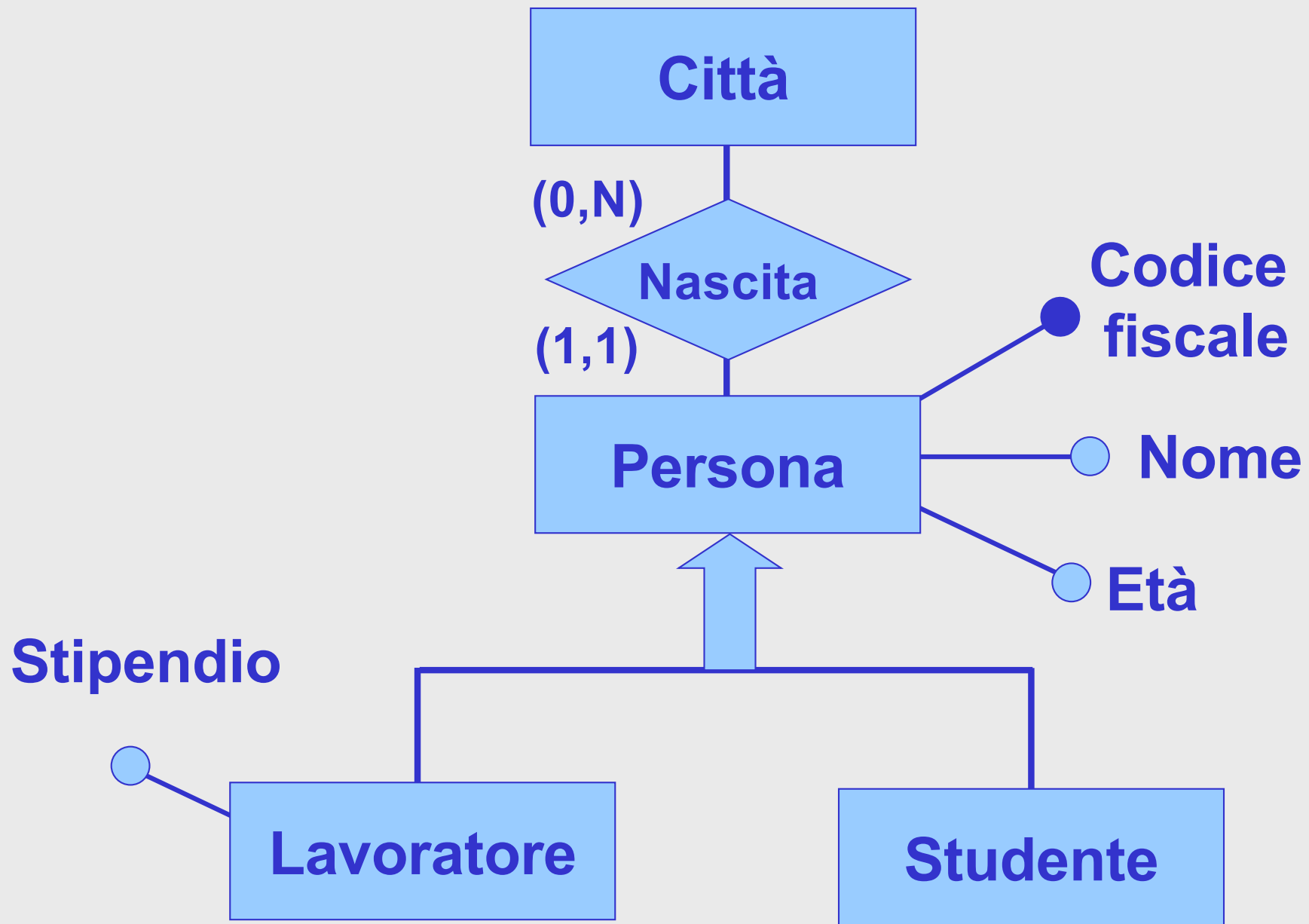
# Rappresentazione grafica



# Caratteristiche delle generalizzazioni

Se  $E$  (genitore) è generalizzazione di  $E_1, E_2, \dots, E_n$  (figlie):

- ogni occorrenza di  $E_1, E_2, \dots, E_n$  è occorrenza anche di  $E$
- ogni proprietà di  $E$  è significativa per  $E_1, E_2, \dots, E_n$



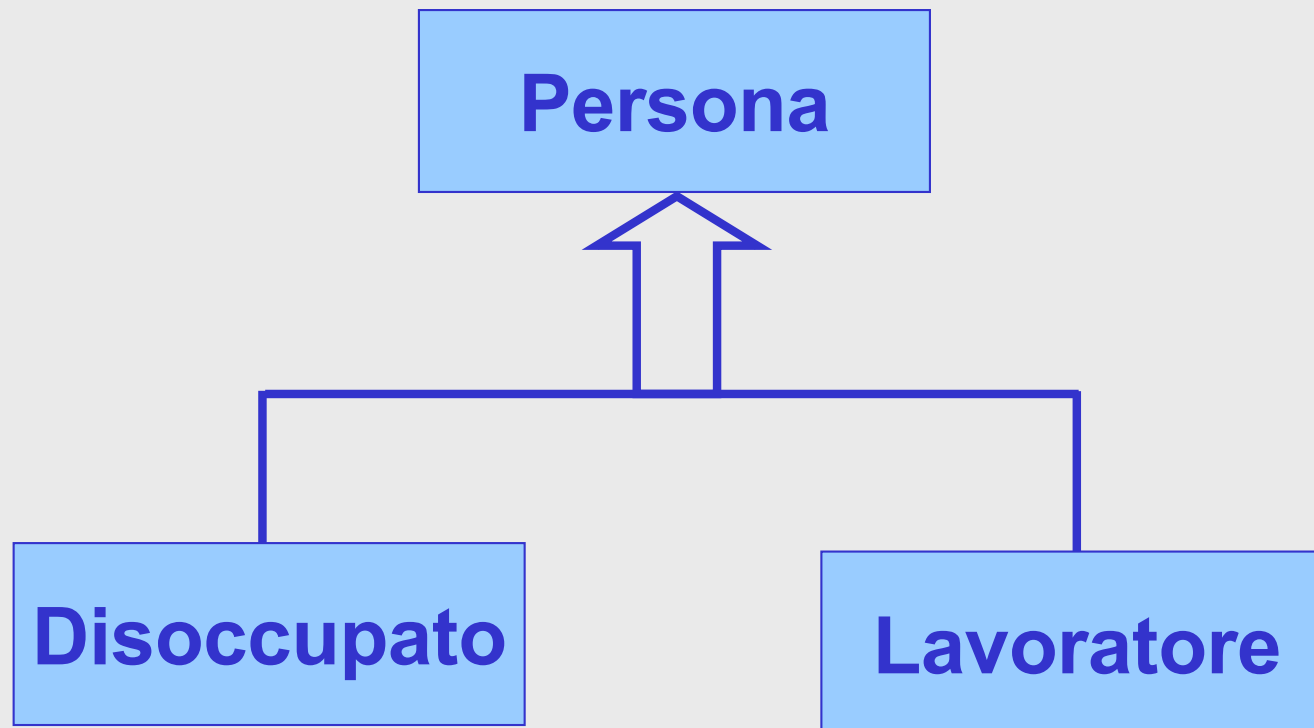
# Ereditarietà

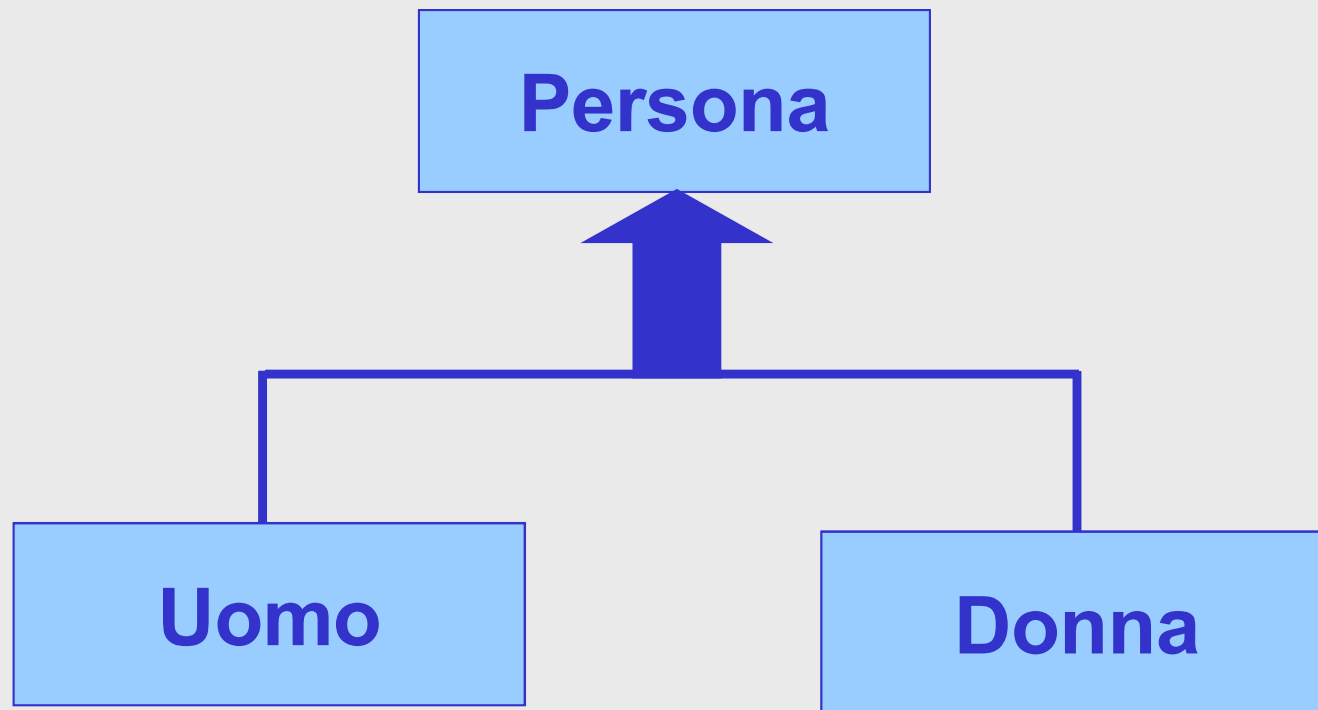
- tutte le proprietà (attributi, relationship, altre generalizzazioni) dell' entità genitore vengono **ereditate** dalle entità figlie e non rappresentate esplicitamente



# Tipi di generalizzazioni

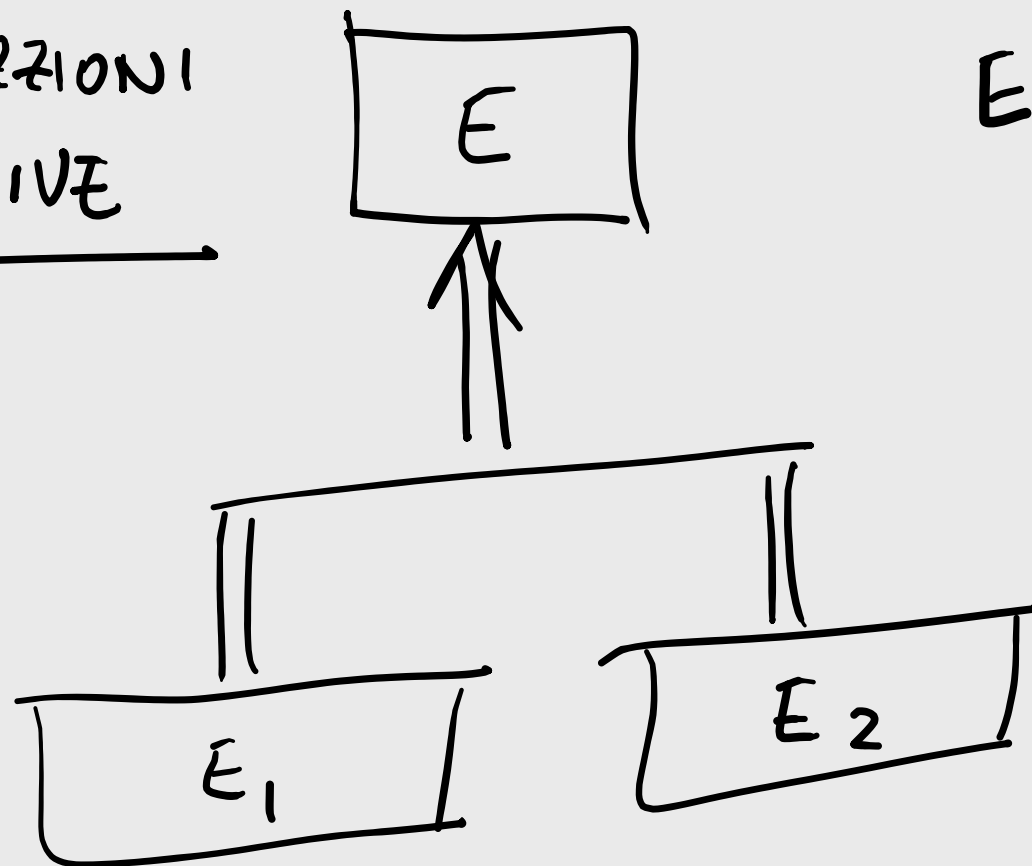
- **totale** se ogni occorrenza dell'entità genitore è occorrenza di almeno una delle entità figlie, altrimenti è **parziale**
- **esclusiva** se ogni occorrenza dell'entità genitore è occorrenza di al più una delle entità figlie, altrimenti è **sovrapposta**
- consideriamo (senza perdita di generalità) solo generalizzazioni esclusive e distinguiamo fra totali e parziali





GENERALIZZAZIONI  
ESCLUSIVE

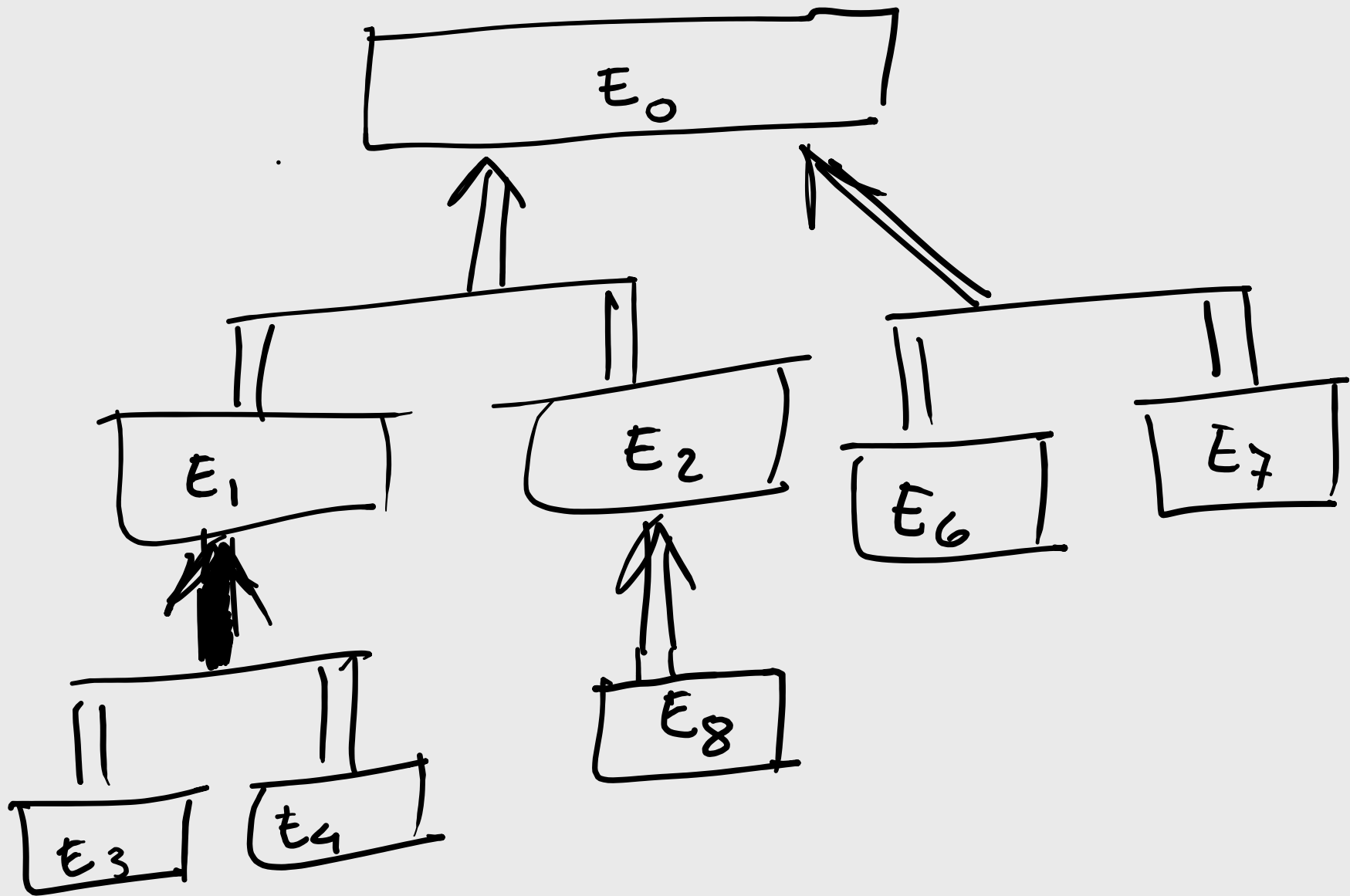
---



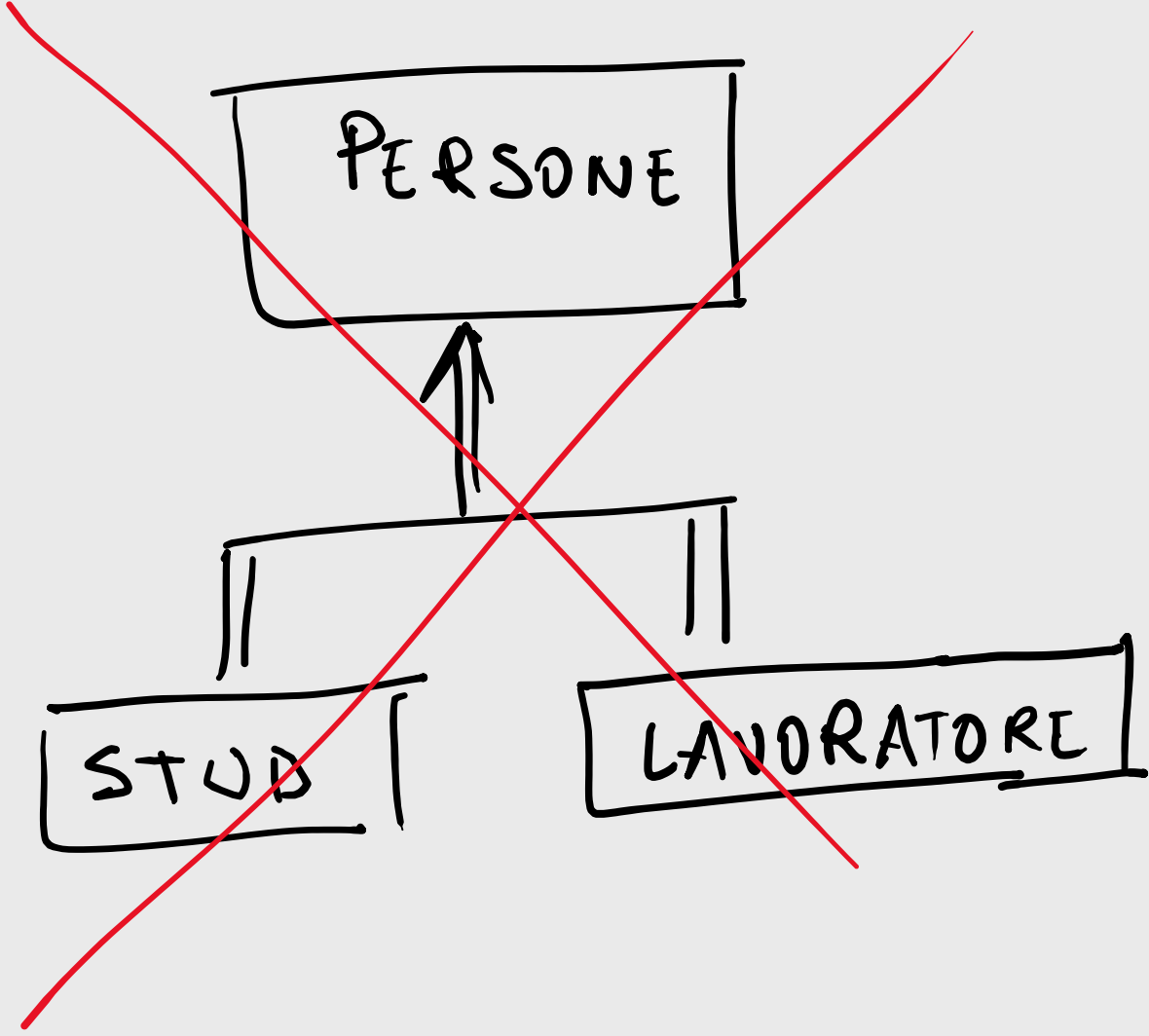
$$E_1 \cap E_2 = \emptyset$$

## Altre proprietà

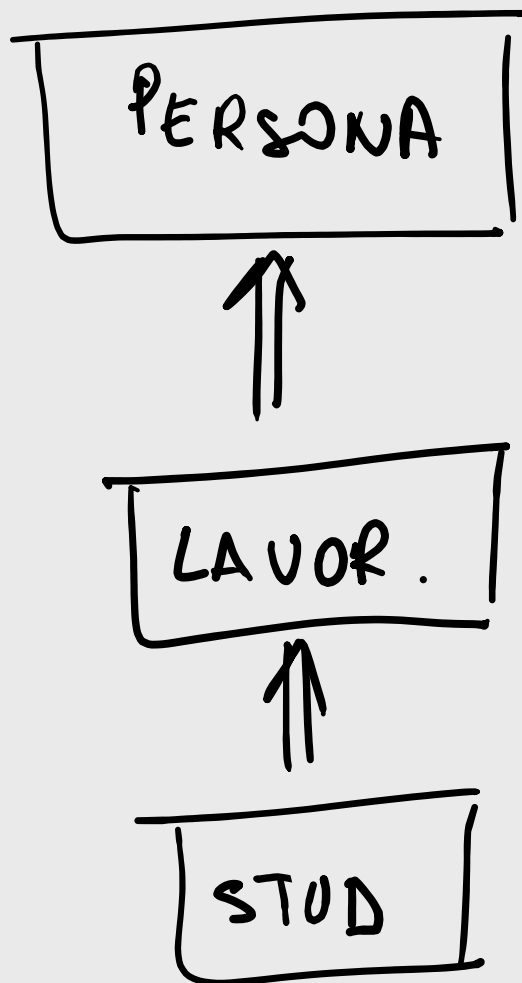
- possono esistere gerarchie a più livelli e multiple generalizzazioni allo stesso livello
- un'entità può essere inclusa in più gerarchie, come genitore e/o come figlia
- se una generalizzazione ha solo un' entità figlia si parla di **sottoinsieme**
- alcune configurazioni non hanno senso – vediamo esempio
- il genitore di una generalizzazione totale può non avere identificatore, purché ...



?

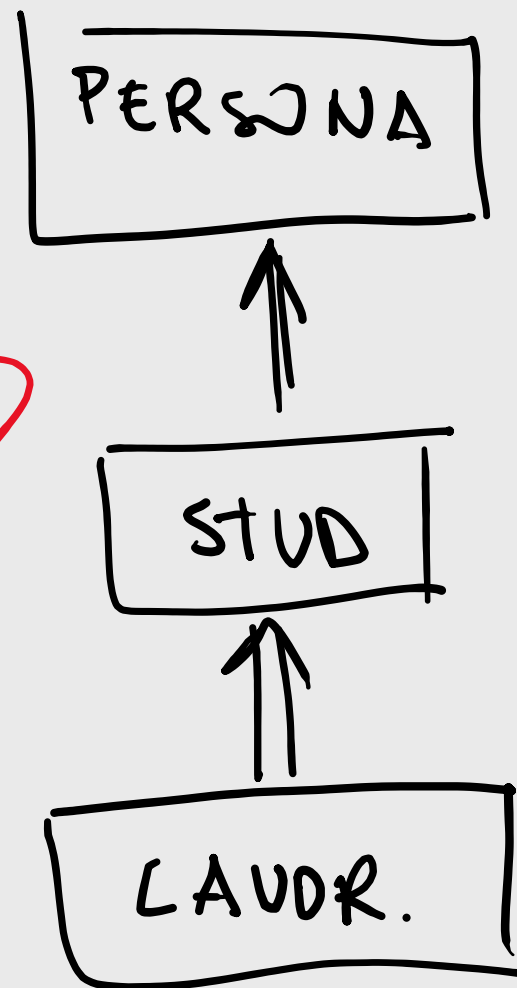


?



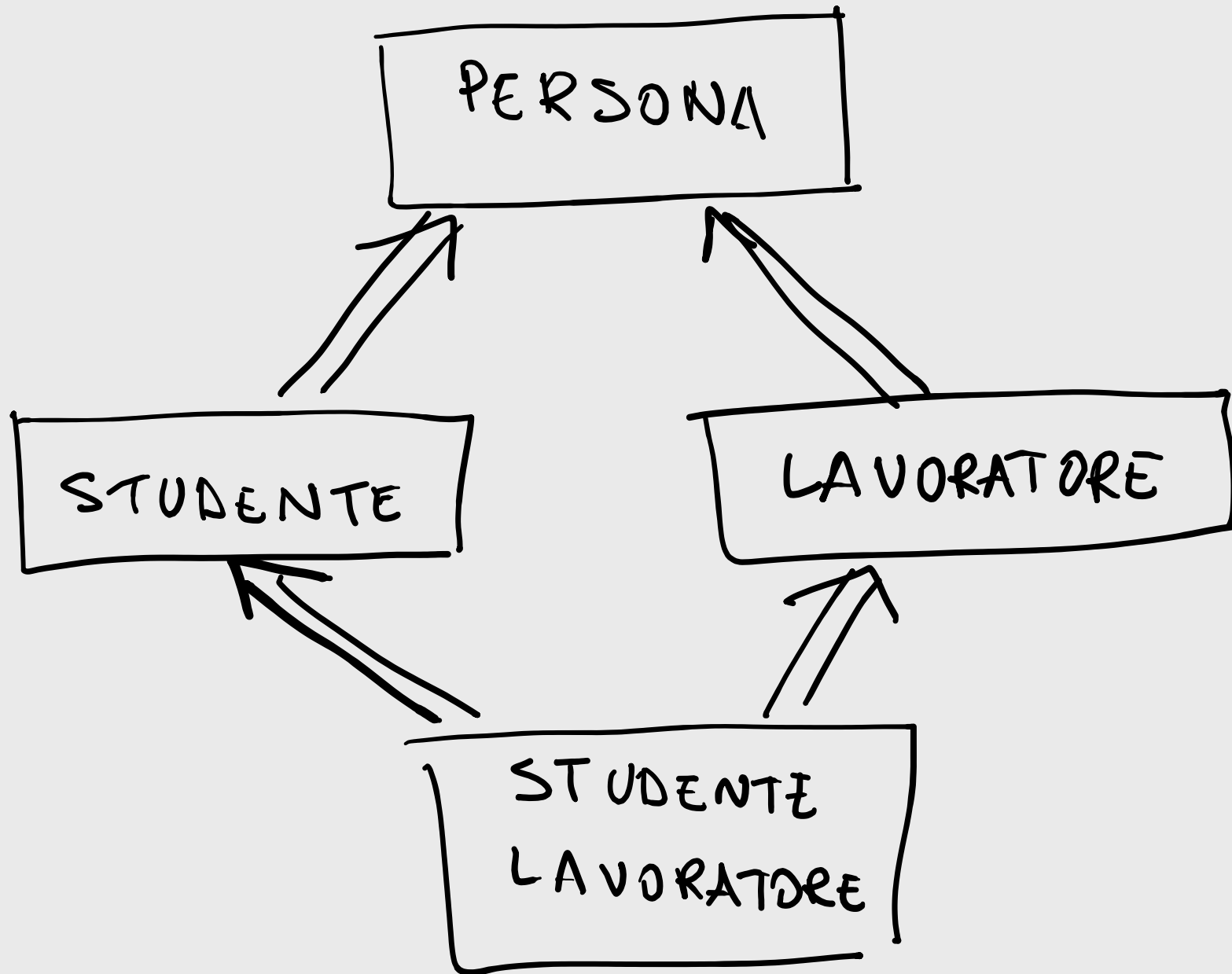
AZIENDA  
CON ANCHE  
LAU STUDENTI

?

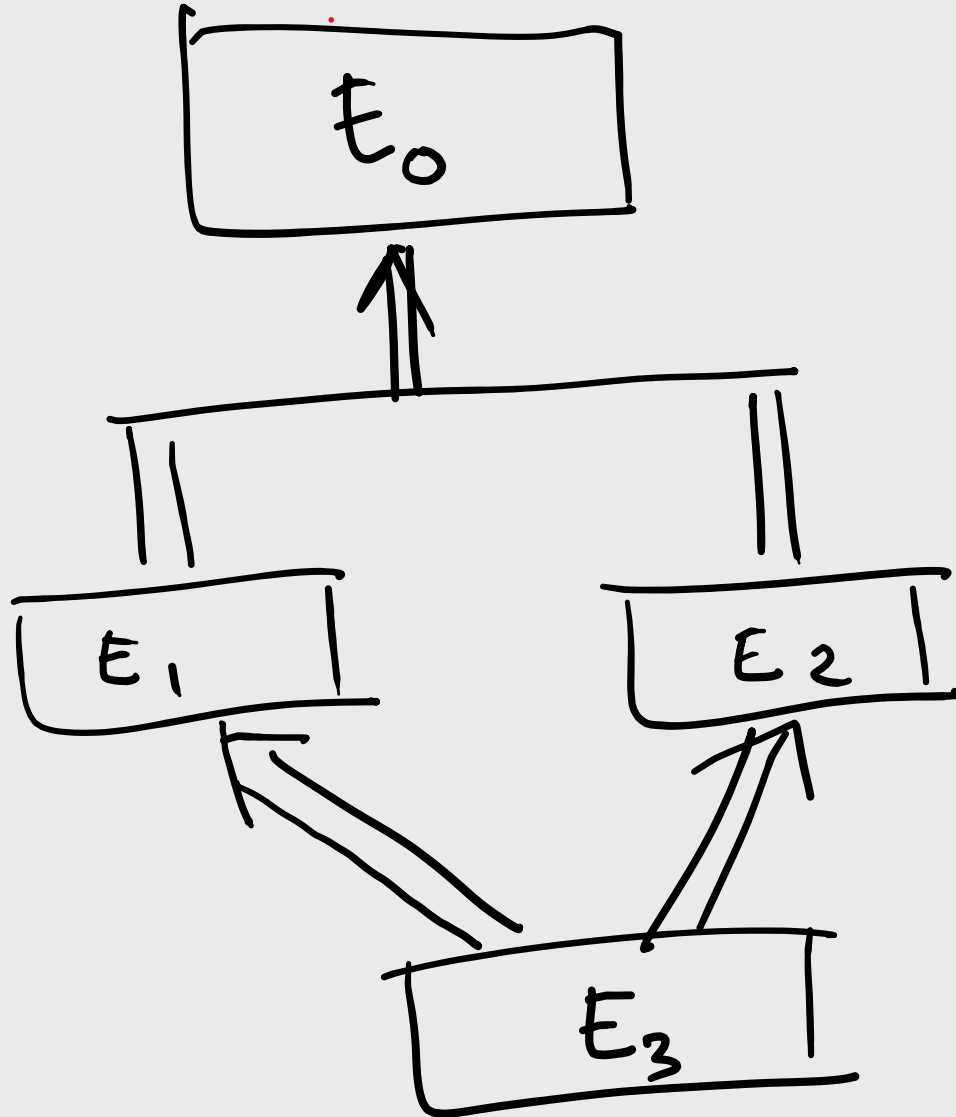


UNIVERSITA'  
CON ANCHE  
STUDENTI  
LAUORATORI



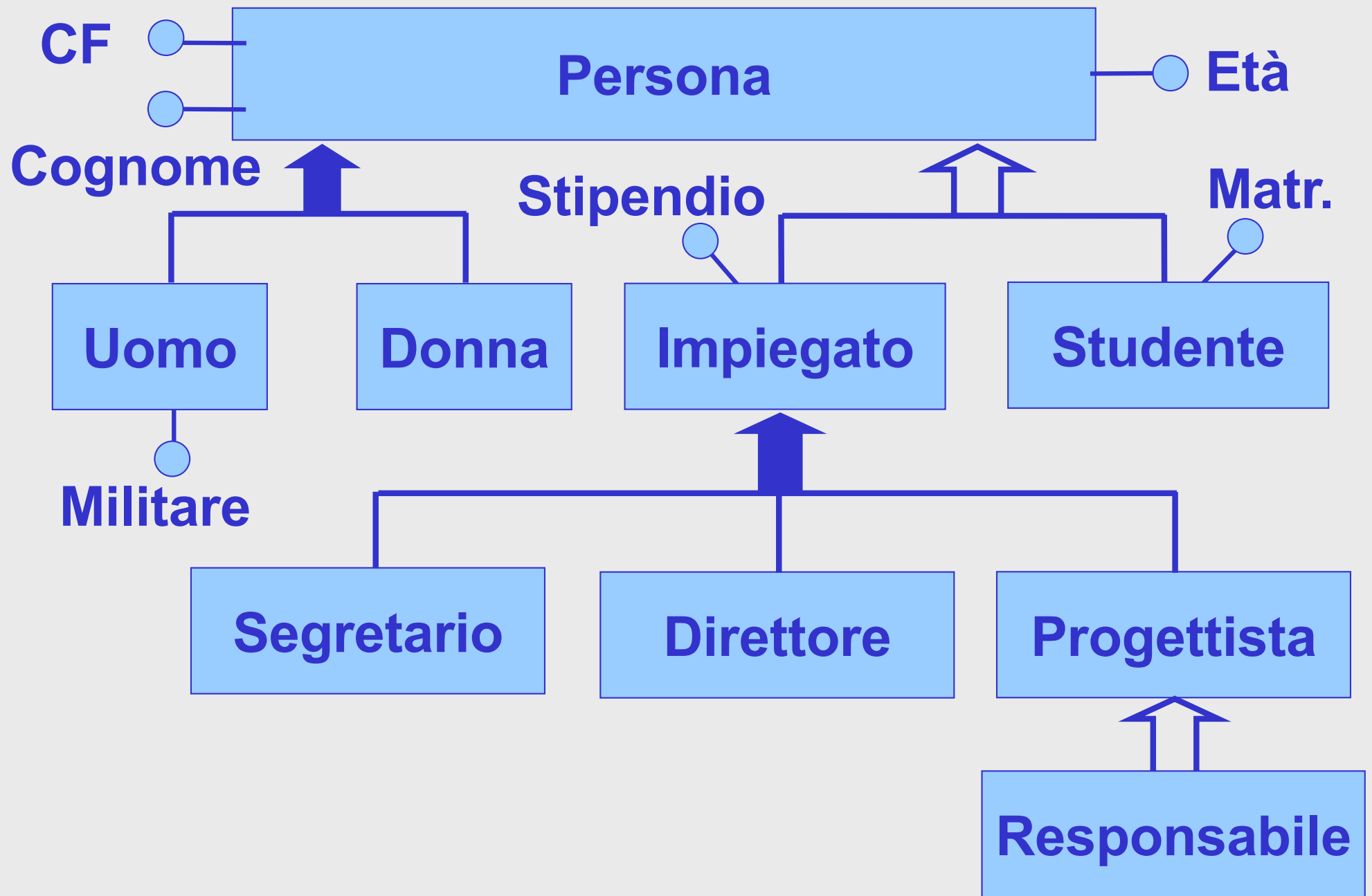


?



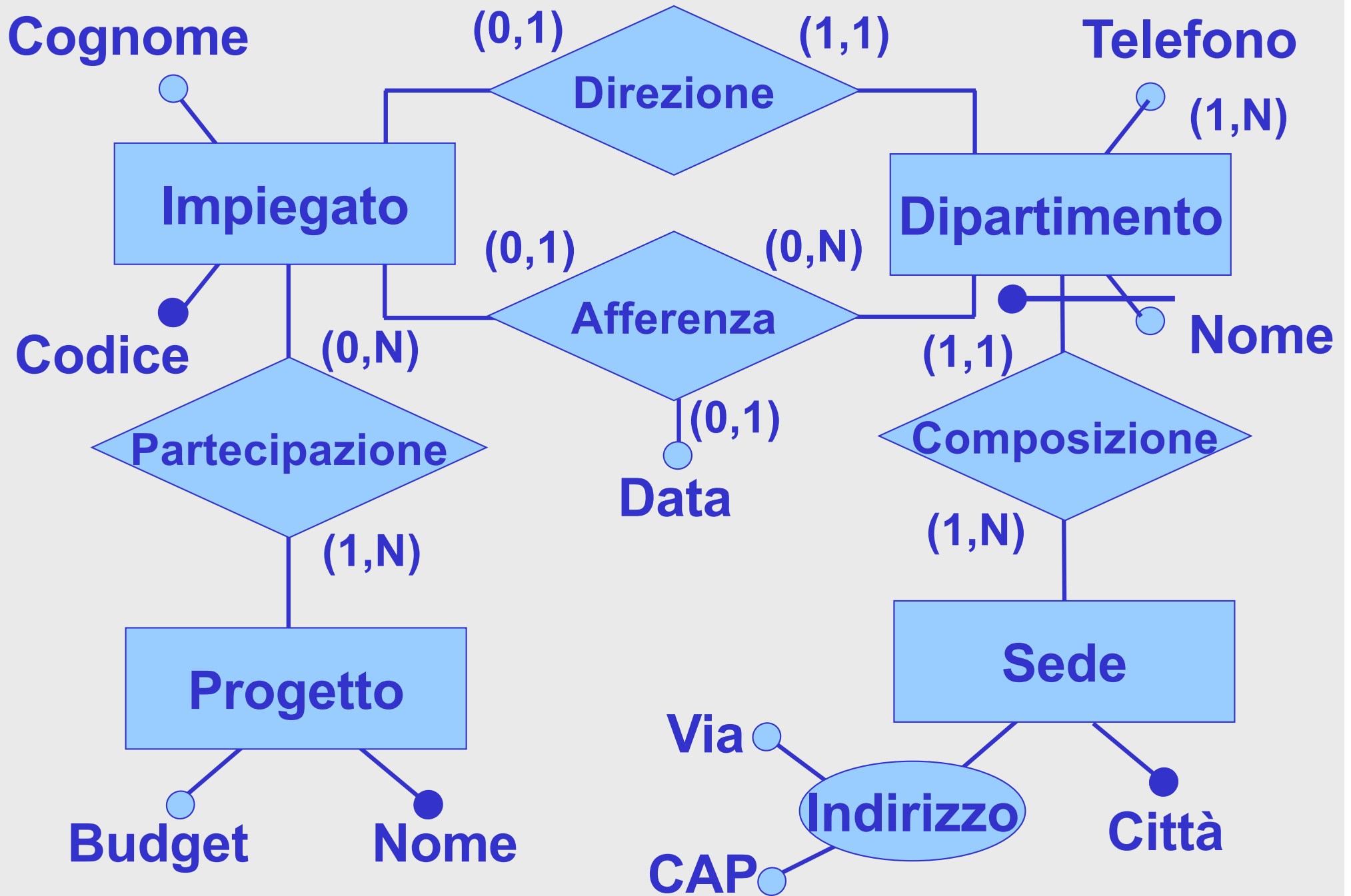
## Esercizio

- Le persone hanno CF, cognome ed età; gli uomini anche la posizione militare; gli impiegati hanno lo stipendio e possono essere segretari, direttori o progettisti (un progettista può essere anche responsabile di progetto); gli studenti (che non possono essere impiegati) un numero di matricola; esistono persone che non sono né impiegati né studenti (ma i dettagli non ci interessano)



# Documentazione associata agli schemi concettuali

- dizionario dei dati
  - entità
  - relationship
- vincoli non esprimibili



## Dizionario dei dati (entità)

<b>Entità</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Attributi</b>	<b>Identificatore</b>
Impiegato	Dipendente dell'azienda	Codice, Cognome, Stipendio	Codice
Progetto	Progetti aziendali	Nome, Budget	Nome
Dipartimento	Struttura aziendale	Nome, Telefono	Nome, Sede
Sede	Sede dell'azienda	Città, Indirizzo	Città

# Dizionario dei dati (relationship)

<b>Relazioni</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Componenti</b>	<b>Attributi</b>
Direzione	Direzione di un dipartimento	Impiegato, Dipartimento	
Afferenza	Afferenza a un dipartimento	Impiegato, Dipartimento	Data
Partecipazione	Partecipazione a un progetto	Impiegato, Progetto	
Composizione	Composizione dell'azienda	Dipartimento, Sede	



# Vincoli non esprimibili

## Vincoli di integrità sui dati

- (1) Il direttore di un dipartimento deve afferire a tale dipartimento
- (2) Un impiegato non deve avere uno stipendio maggiore del direttore del dipartimento al quale afferisce
- (3) Un dipartimento con sede a Roma deve essere diretto da un impiegato con più di dieci anni di anzianità
- (4) Un impiegato che non afferisce a nessun dipartimento non può partecipare a nessun progetto

# Modellazione dei dati in UML

- In alternativa al modello ER per la rappresentazione concettuale dei dati viene talvolta utilizzato il linguaggio/modello UML
- Si fa uso dei diagrammi delle classi
- Cambia la rappresentazione diagrammatica ma non l'approccio alla progettazione
- Non approfondiamo