

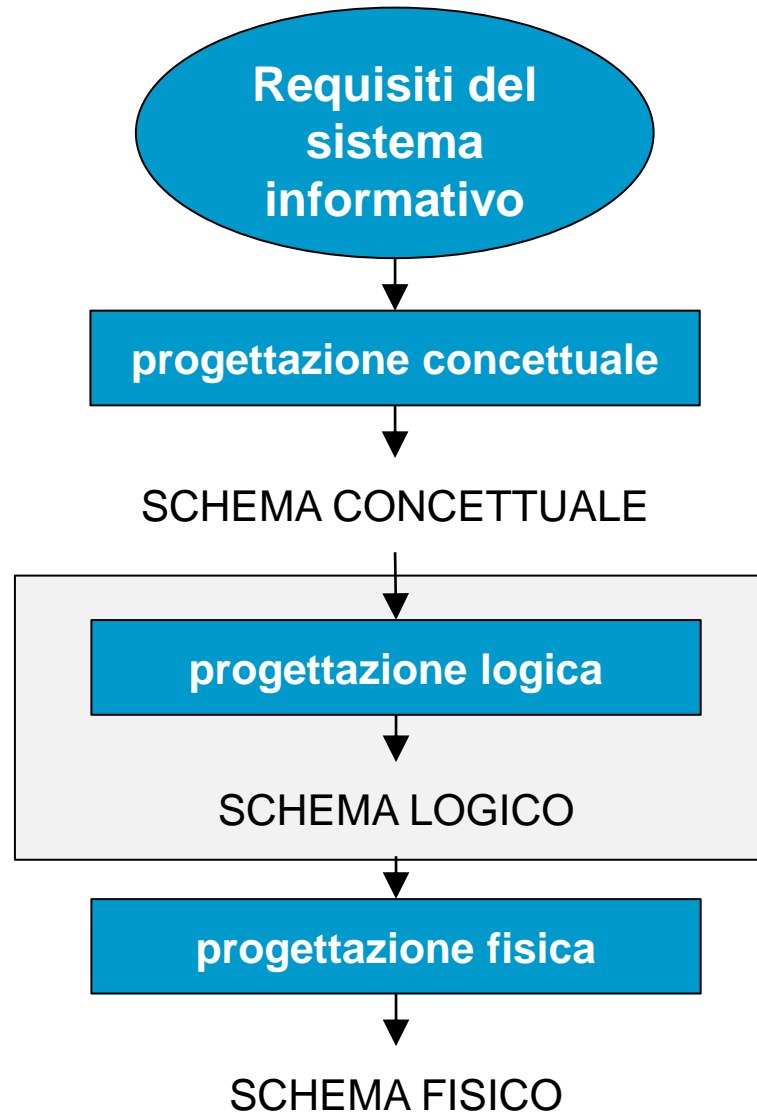


Il modello E/R

Definizione

- ❑ Il modello E/R (Entity – Relationship) rappresenta uno «standard de facto» per la progettazione concettuale di una base dati.
 - Proposto da Peter S. Chen nel 1976.
- ❑ Attraverso una rappresentazione grafica di semplice lettura si semplifica la comunicazione col cliente «non addetto ai lavori»
- ❑ E' una modellazione concettuale: fornisce una rappresentazione astratta della realtà di interesse, che può essere successivamente implementata in modi diversi
 - Nella fase di progettazione logica, il modello ER viene convertito in uno schema logico
- ❑ Tre concetti fondamentali: entità, relazione, attributo

Dai requisiti alla base di dati



Entità

- ❑ E' un insieme di oggetti della realtà di interesse che possiedono caratteristiche comuni (es. persone, città, ...) e che hanno esistenza autonoma
- ❑ L'istanza (elemento) di un'entità è uno specifico oggetto appartenente a quella entità (es. Manuele, Bologna, ...)
- ❑ Graficamente si rappresenta con un rettangolo
 - Per convenzione, il nome delle entità si indica tipicamente in singolare



Persona

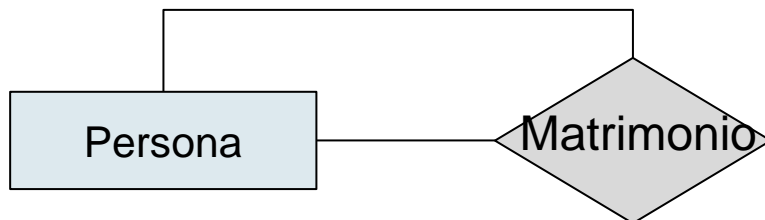
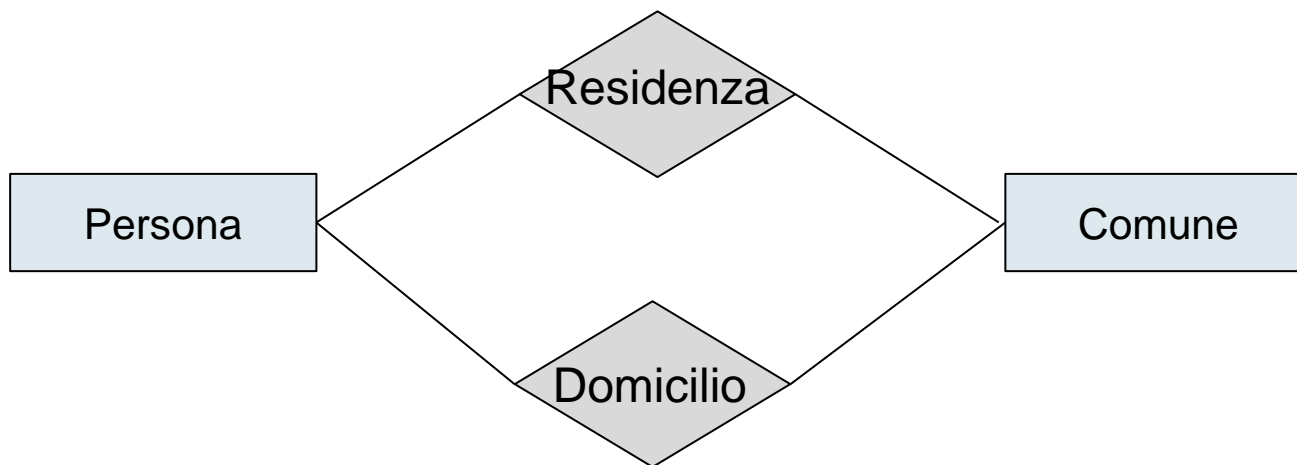
Città

Associazione

- ❑ Rappresenta un legame logico tra due o più entità; un'entità può essere legata con se stessa, e più relazioni possono esistere tra le stesse entità.
- ❑ L'istanza di un'associazione è la combinazione di istanze delle entità che prendono parte all'associazione
- ❑ Graficamente si rappresenta con un rombo
 - Se Manuele è un'istanza di Persona e Bologna è un'istanza di Città, la coppia (Manuele, Bologna) è un'istanza dell'associazione Residenza



Associazione



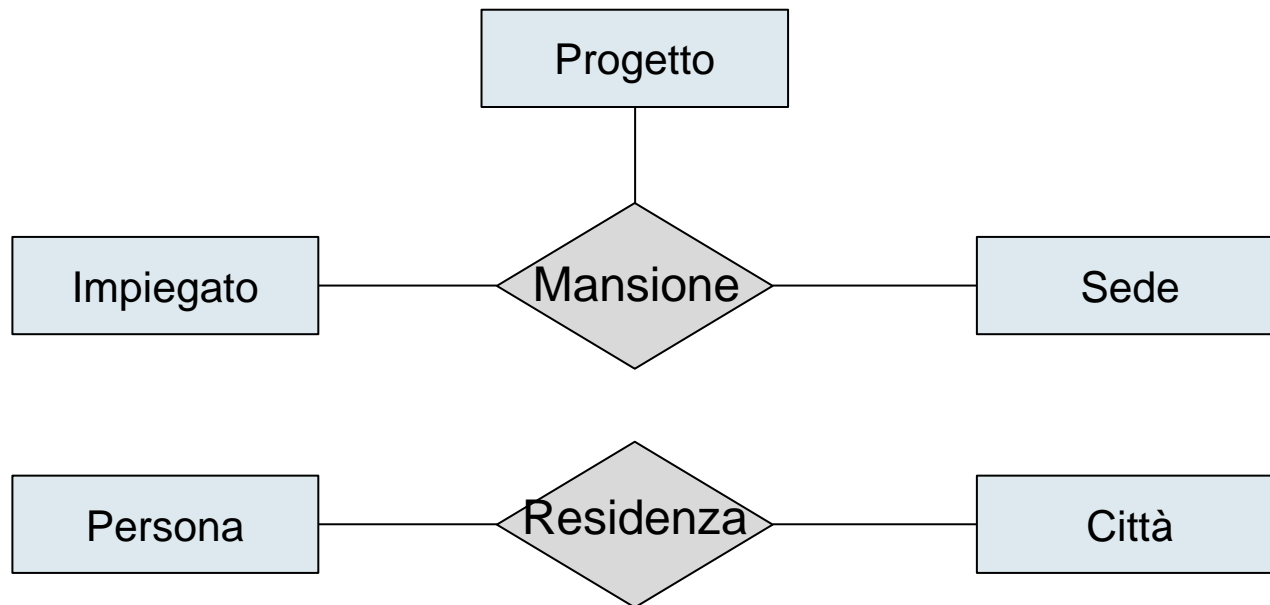
Associazione

- L'insieme delle istanze di un'associazione è un **sottoinsieme del prodotto Cartesiano** degli insiemi delle istanze di entità che partecipano all'associazione: **non possono esistere istanze ripetute**
 - Manuele non può essere residente più volte nella stessa città



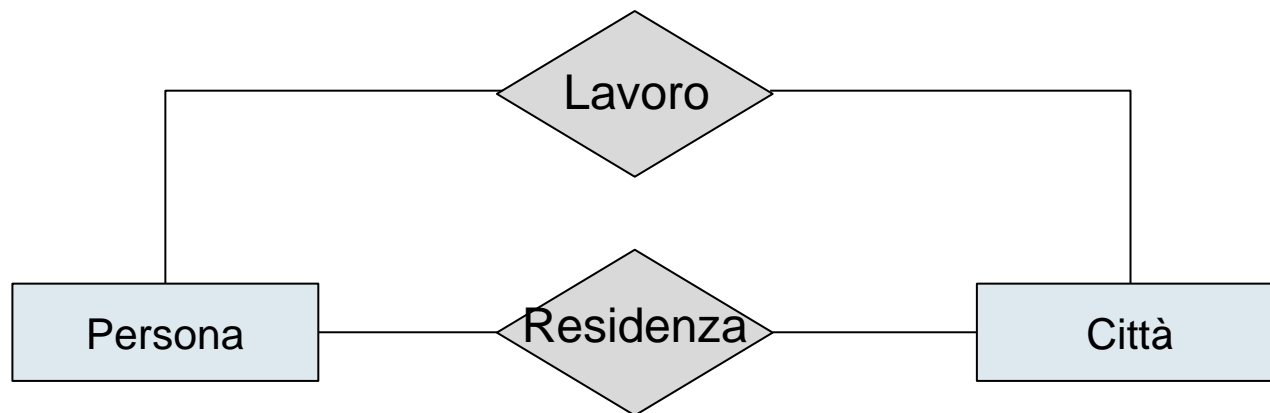
Associazione

- Un'associazione può legare più di due entità
 - Si parla di associazione **binaria** se le entità sono 2
 - Si parla di associazione **ternaria** se le entità sono 3



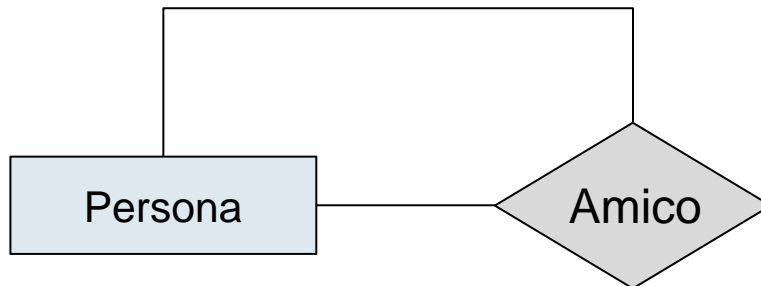
Associazione

- ❑ Tra due entità possono esistere più associazioni (di significato ovviamente diverso)



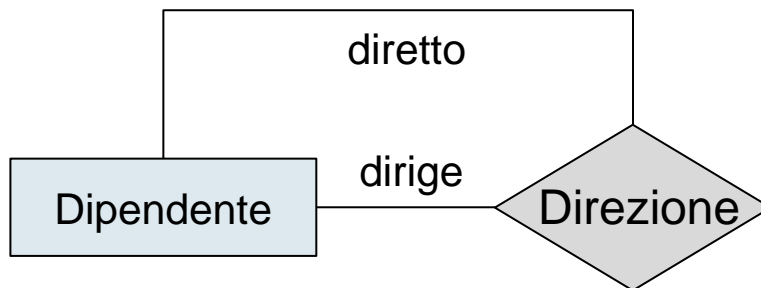
Associazione

- ❑ Un'associazione può mettere in relazione le istanze di una stessa entità (associazione ad anello)
- ❑ Un'associazione ad anello può essere:
 - **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 Amico è simmetrica



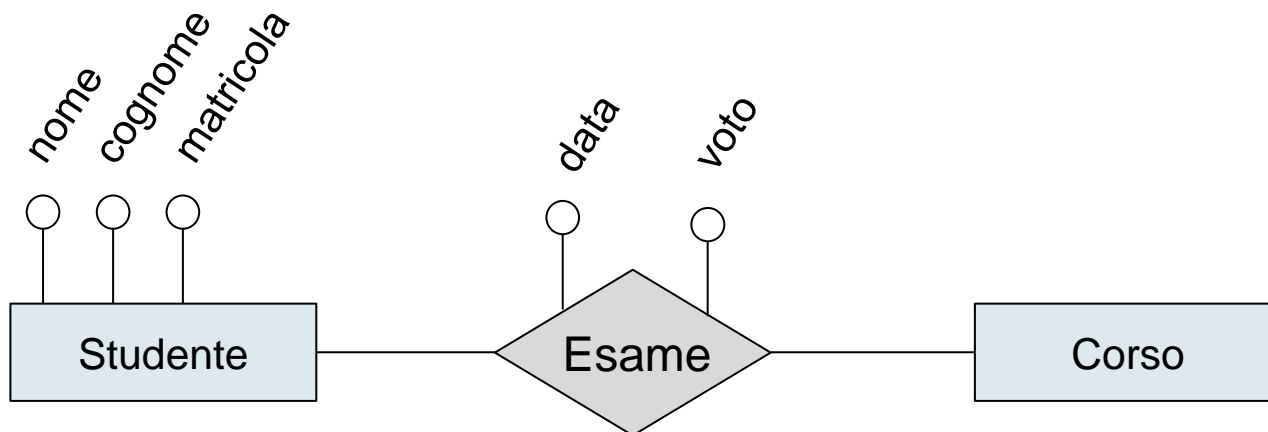
Associazione

- ❑ Se l'associazione non è simmetrica, ogni ramo dell'associazione deve specificare il relativo ruolo



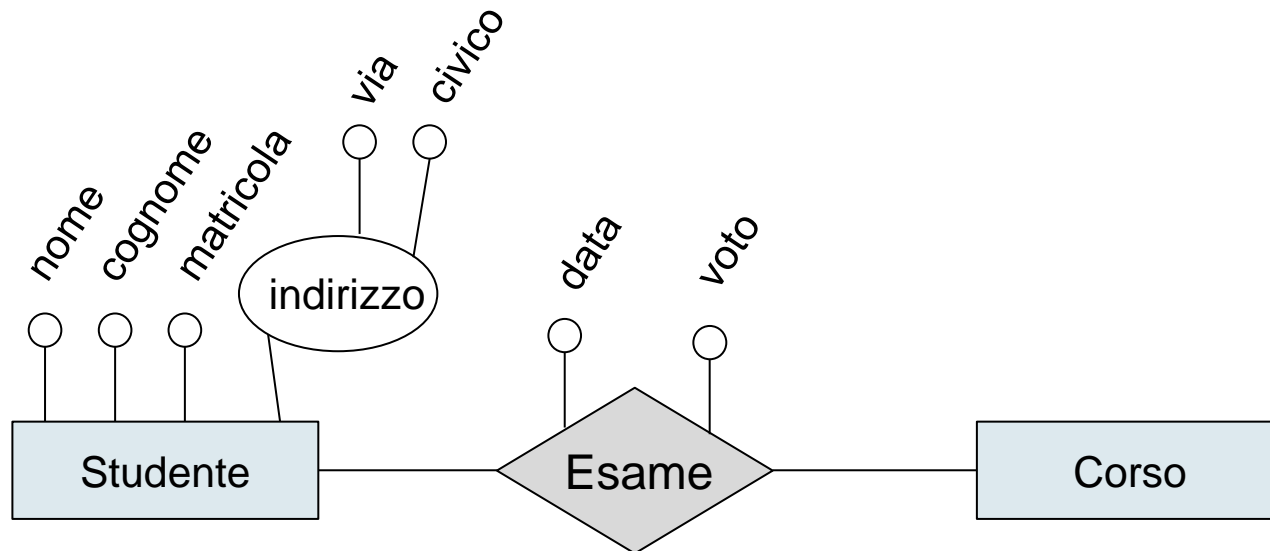
Attributi

- ❑ Un attributo è una proprietà elementare di un'entità o di un'associazione
 - Ogni attributo è definito su un dominio di valori: ad ogni istanza di entità (o di associazione) è associato un valore del corrispondente dominio
- ❑ Graficamente:



Attributi

- Si possono definire attributi **composti**, aggregando attributi che presentano una forte affinità nell'uso e nel significato. Non aggiungono semantica ma migliorano la chiarezza dello schema ed aiutano ad evitare ambiguità
 - Si definiscono **semplici** gli attributi non-composti



Vincoli

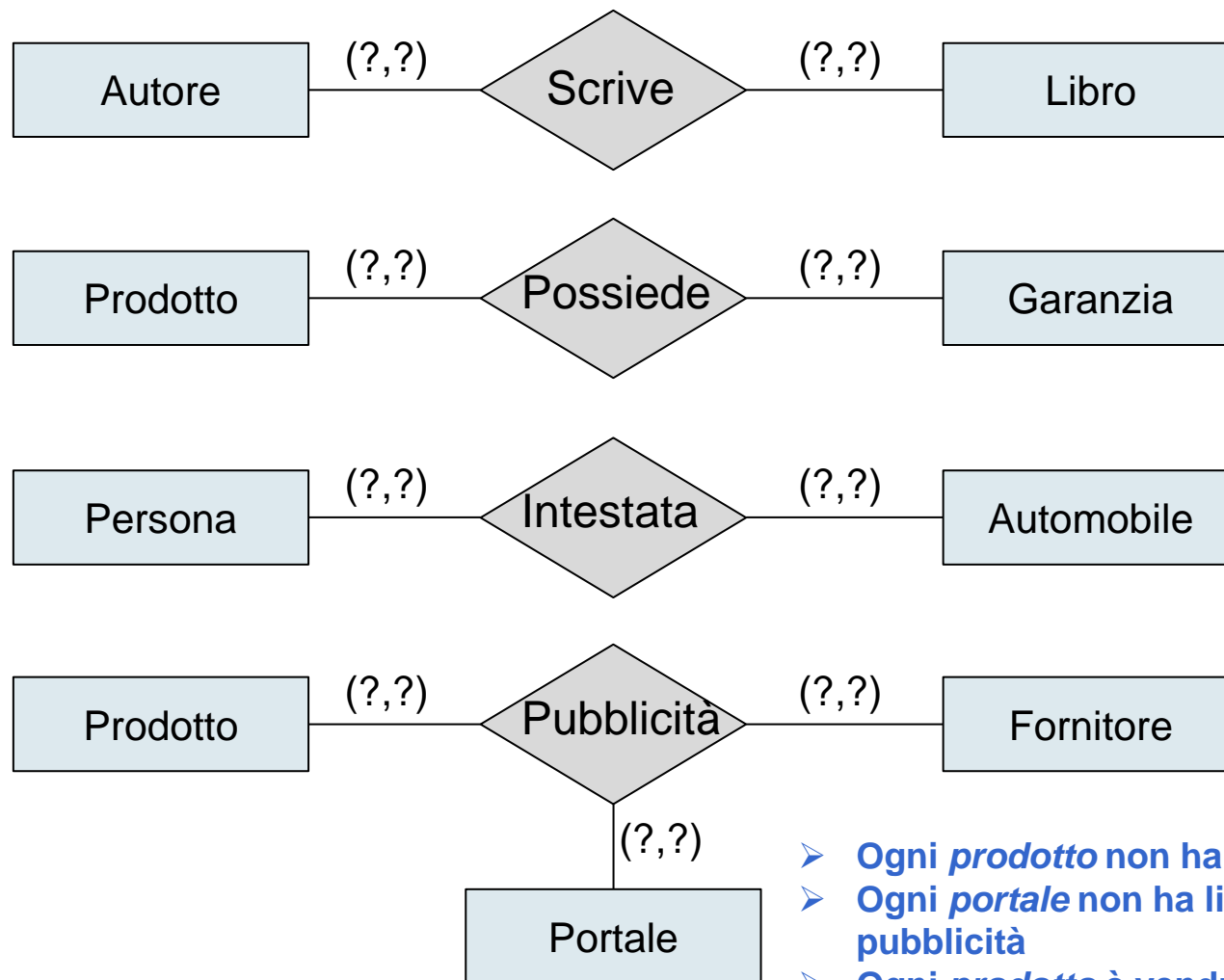
- ❑ In ogni schema E/R sono presenti dei vincoli
- ❑ Alcuni sono **impliciti**, in quanto dipendono dalla semantica stessa dei costrutti del modello:
 - Ogni istanza di associazione deve riferirsi a istanze di entità; (esempio: in DOCENZA non può esservi la coppia (Pasini, Basi di Dati) se Pasini non è un'istanza dell'entità DOCENTE.)
 - Istanze diverse della stessa associazione devono riferirsi a differenti combinazioni di istanze delle entità partecipanti all'associazione; esempio: la coppia (Rossi, Basi di Dati) non può essere presente due volte nell'associazione ESAME SUPERATO.
- ❑ 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 cardinalità (per associazioni e attributi)
 - Vincoli di identificazione

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
 - $\text{min-card}(\text{Persona}, \text{Residenza}) = 1$: una persona deve avere una residenza
 - $\text{max-card}(\text{Persona}, \text{Residenza}) = 1$: una persona può avere una sola residenza
 - $\text{min-card}(\text{Città}, \text{Residenza}) = 0$: una città può non avere alcun residente
 - $\text{max-card}(\text{Città}, \text{Residenza}) = n$: una città può avere un numero arbitrario di residenti
 - In assenza di indicazioni, il valore sottinteso è (1,1)



Vincoli di cardinalità



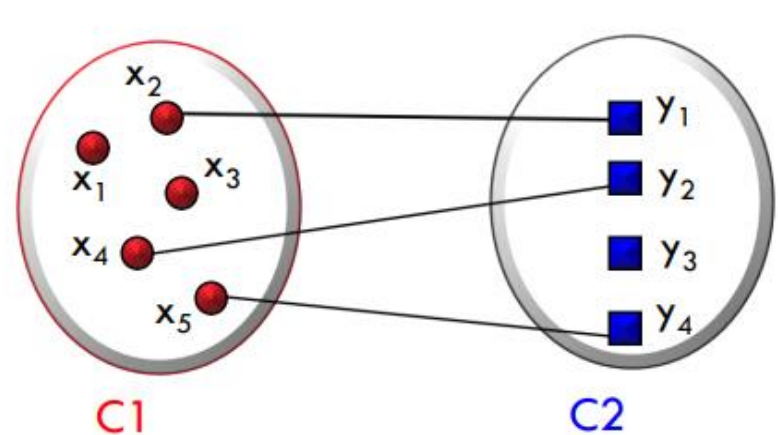
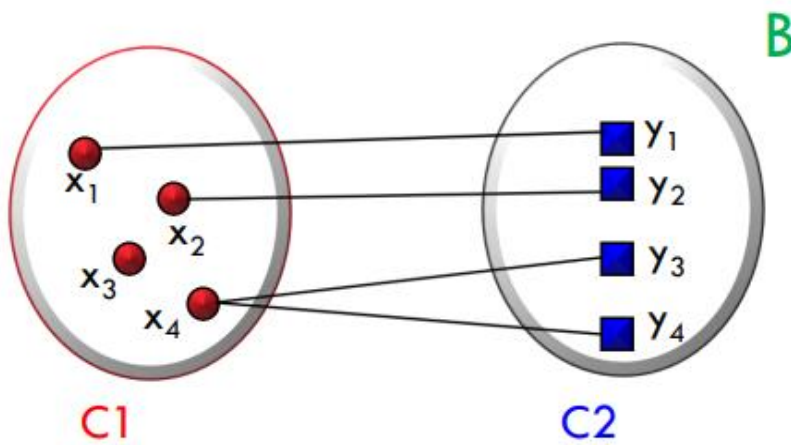
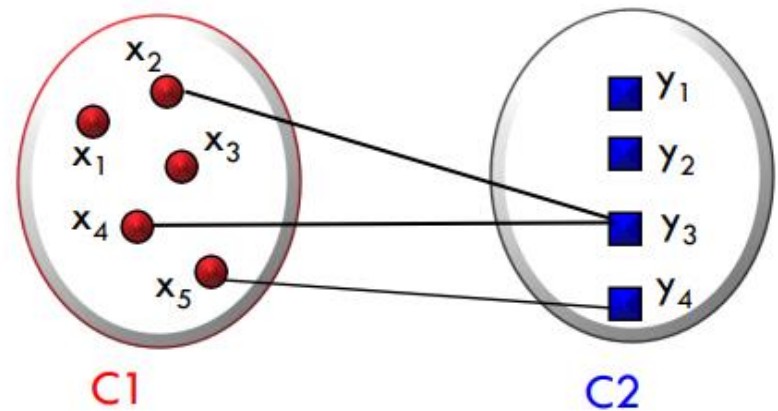
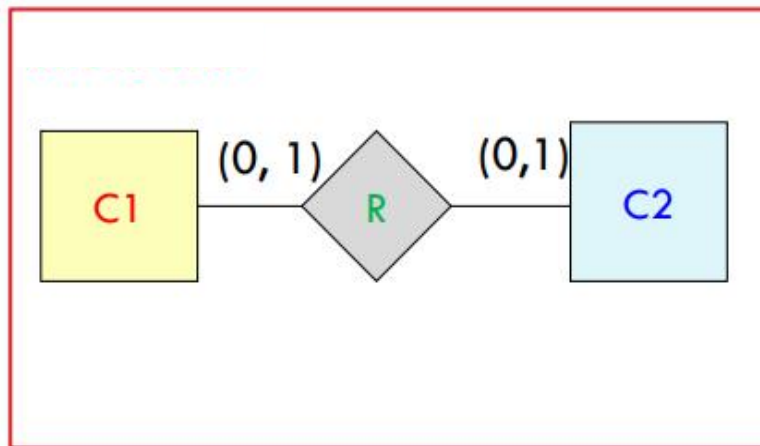
- Ogni *prodotto* non ha più di 20 pubblicità
- Ogni *portale* non ha limiti al numero di pubblicità
- Ogni *prodotto* è venduto da massimo due fornitori

Vincoli di cardinalità

- 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 $\max\text{-card}(E1,A) = n$ e $\max\text{-card}(E2,A) = 1$, oppure se $\max\text{-card}(E2,A) = n$ e $\max\text{-card}(E1,A) = 1$
 - 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 $\min\text{-card}(E1,A)=1$
 - La partecipazione di E1 in A è **a valore singolo** se $\max\text{-card}(E1,A)=1$
 - La partecipazione di E1 in A è **a valore multiplo** se $\max\text{-card}(E1,A) > 1$

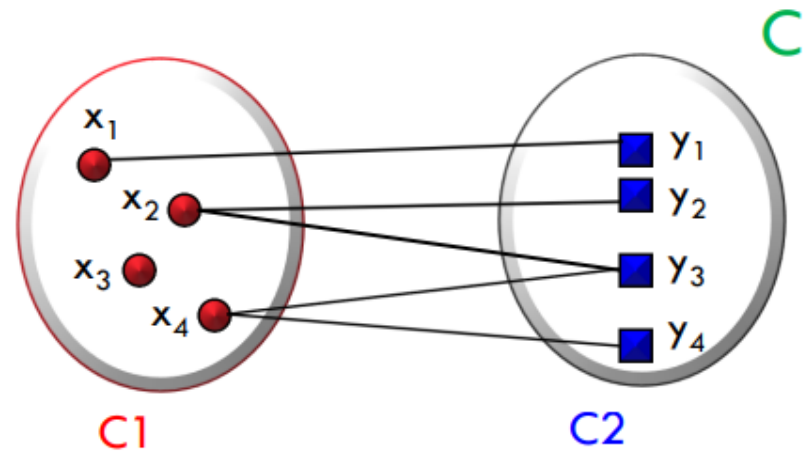
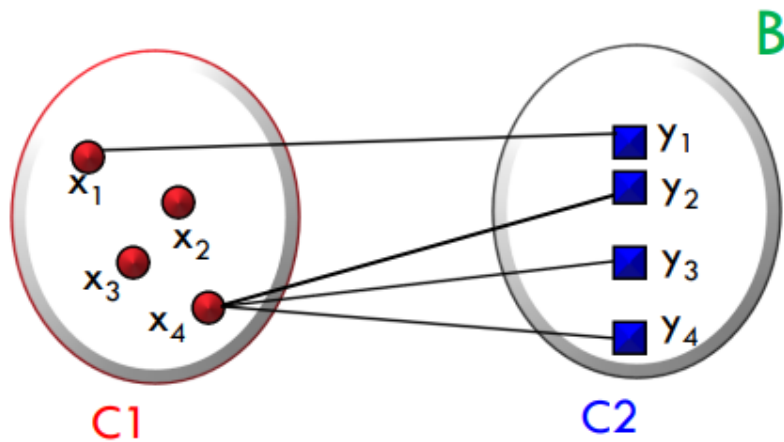
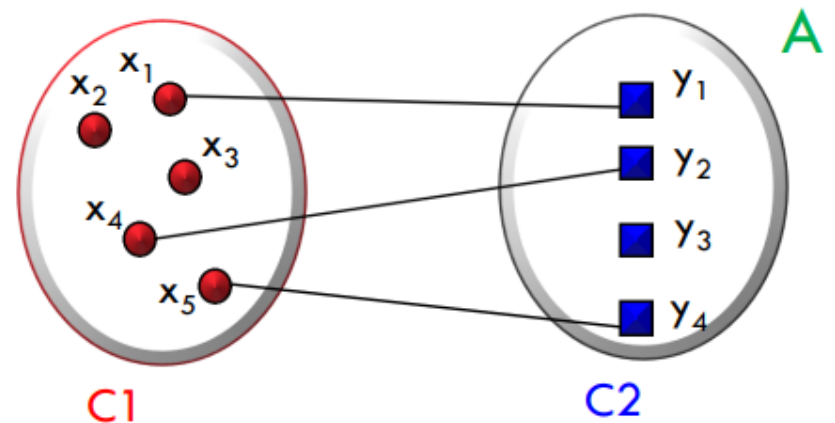
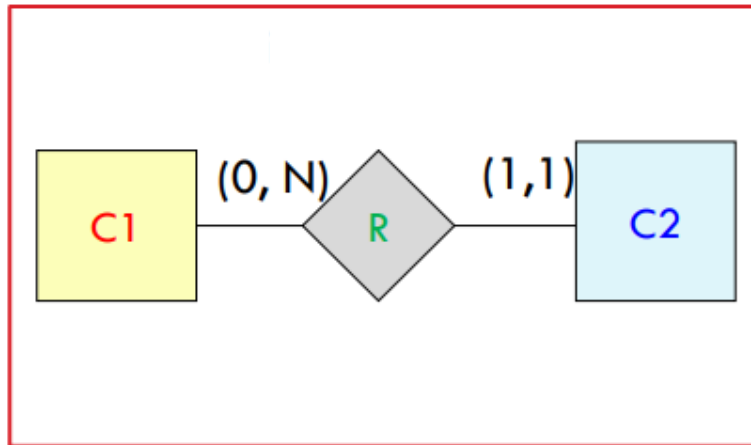
Vincoli di cardinalità

Esercizio 1



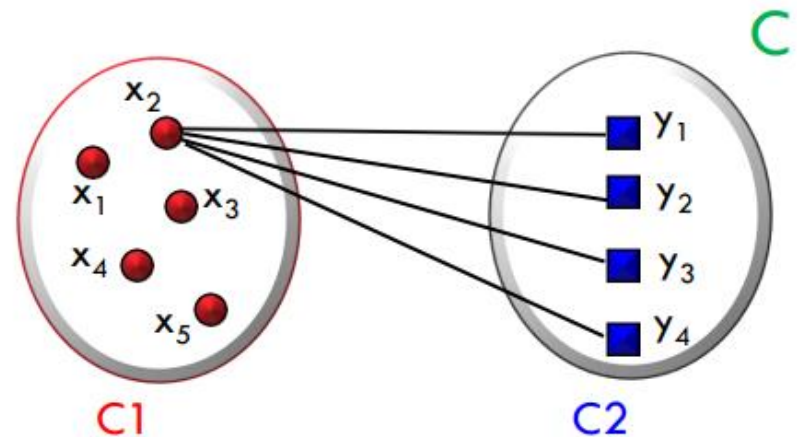
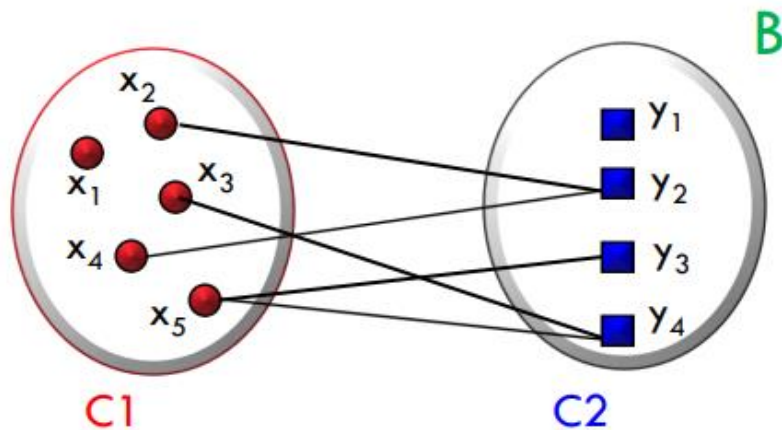
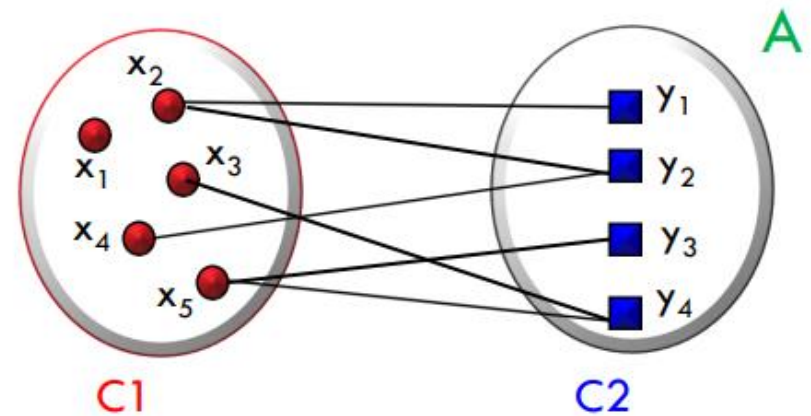
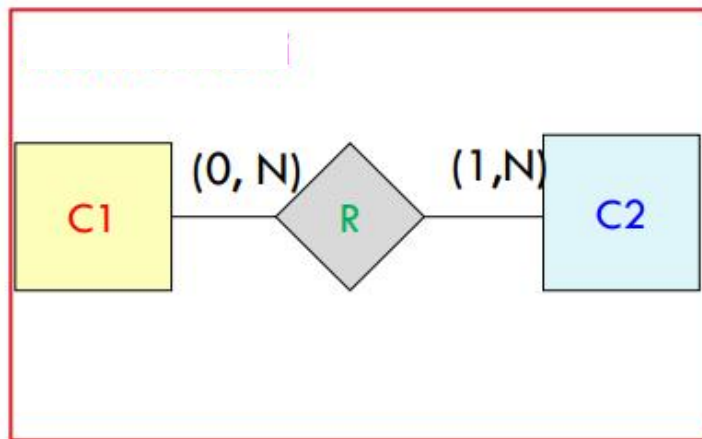
Vincoli di cardinalità

Esercizio 2



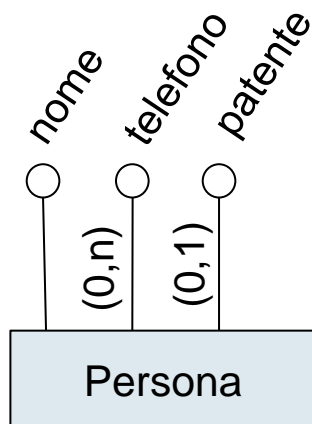
Vincoli di cardinalità

Esercizio 3



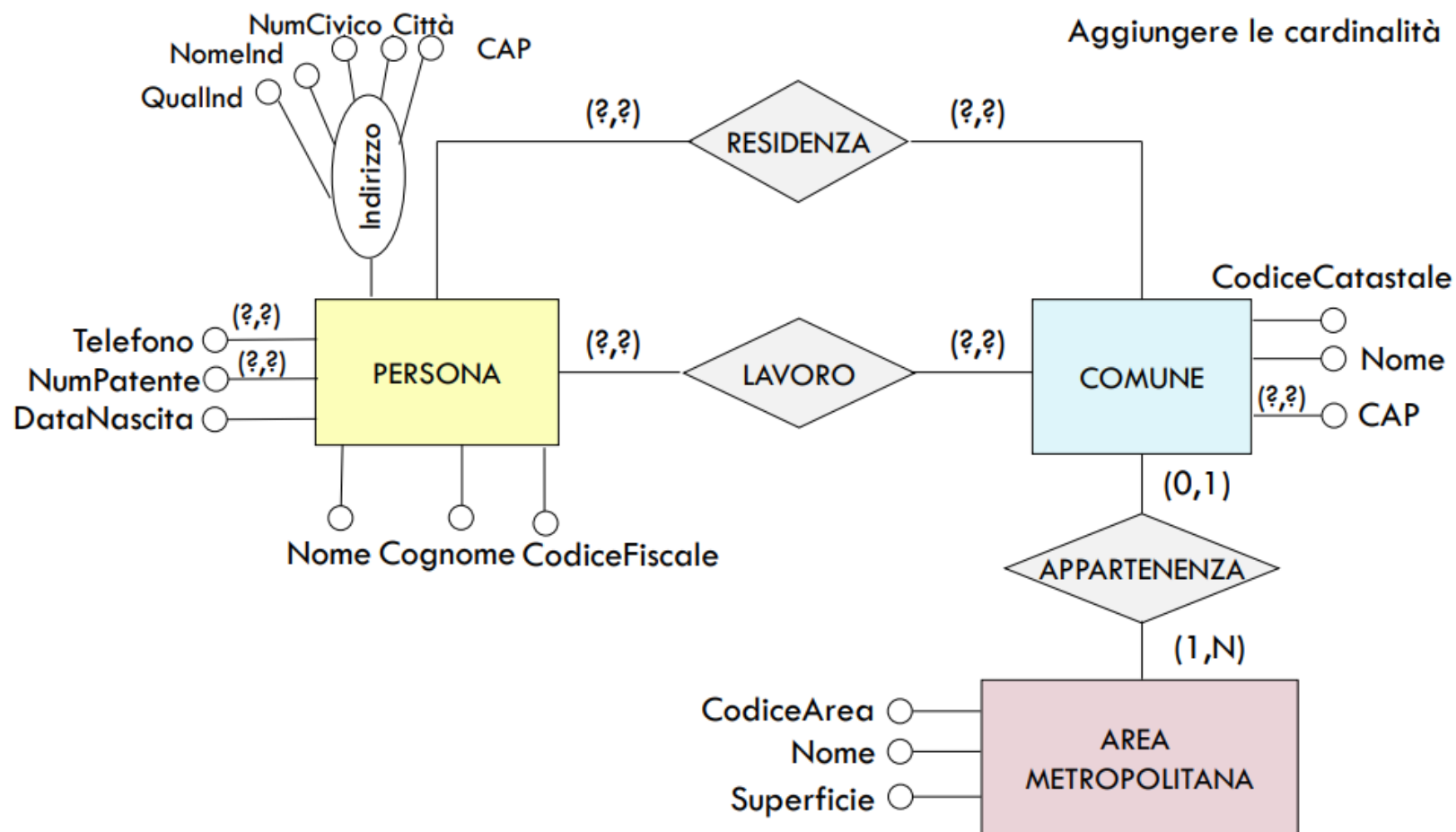
Vincoli di cardinalità

- ❑ I vincoli di cardinalità possono essere specificati anche sugli attributi, per indicare il numero minimo e massimo di valori dell'attributo che possono essere associati ad un'istanza della corrispondente associazione o entità
 - Se non specificato, il valore sottointeso è (1,1)
 - Si parla di **attributo opzionale** se la cardinalità minima è 0



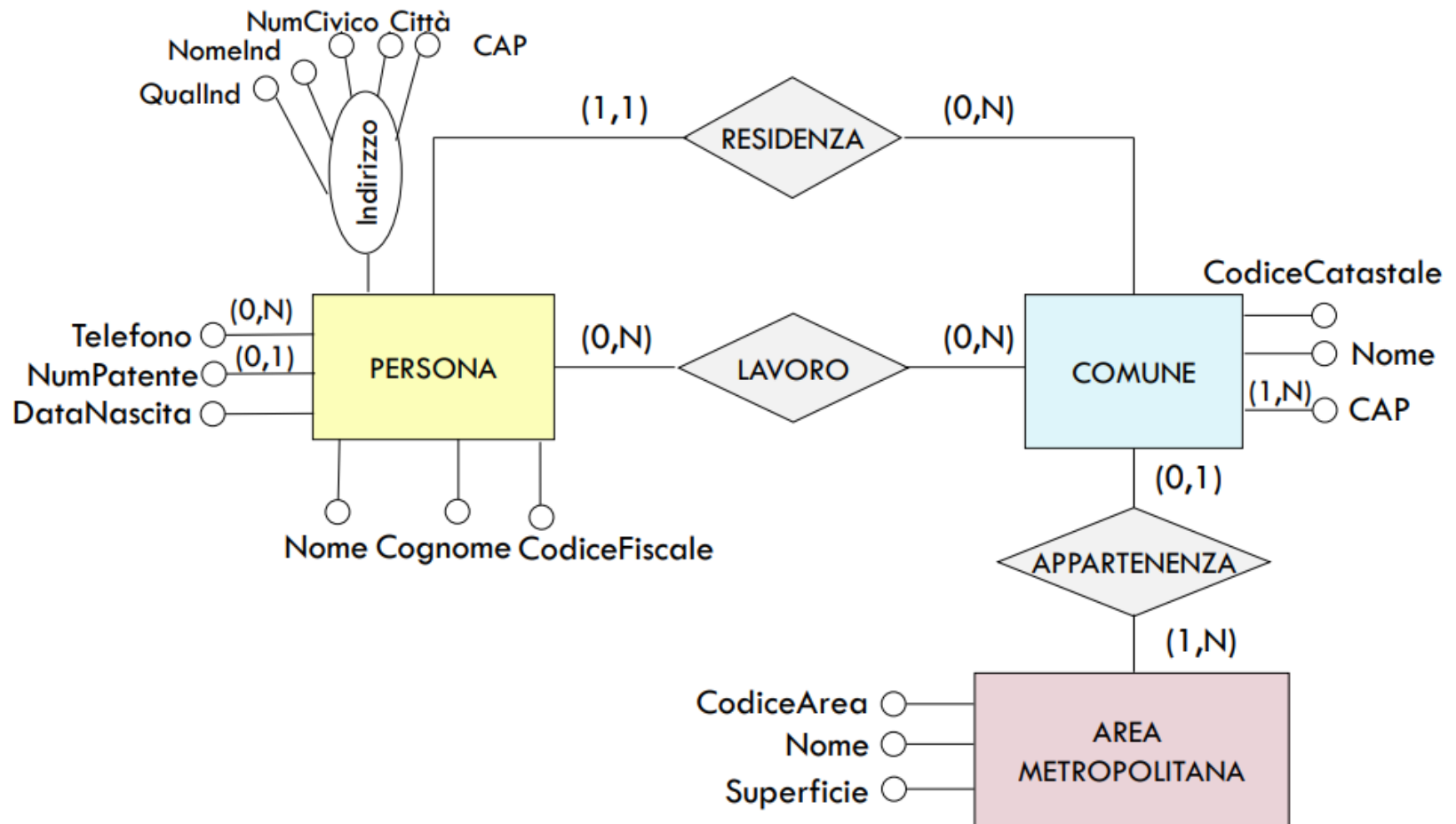
Vincoli di cardinalità

Esercizio 4 – associa i vincoli cardinalità



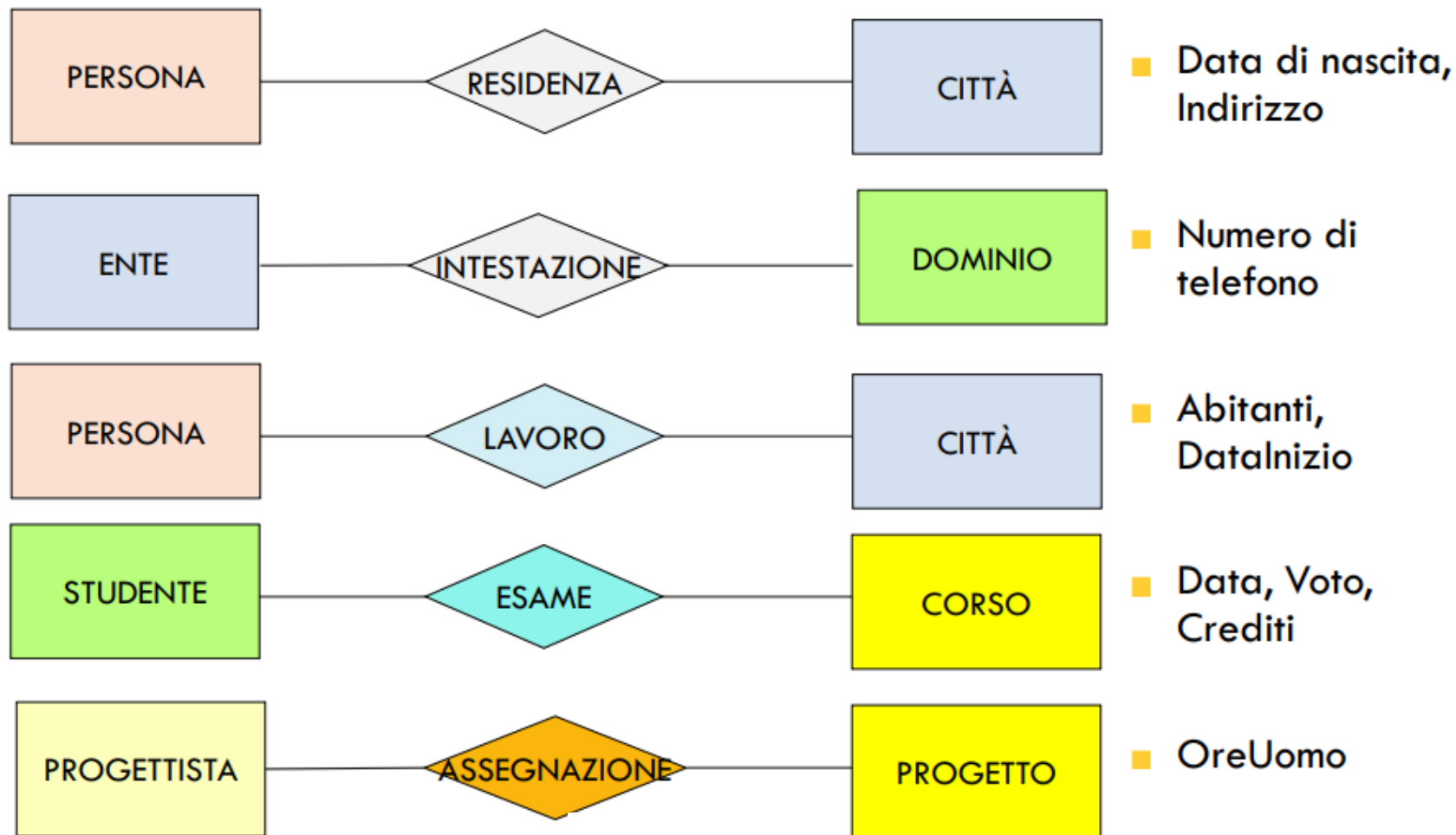
Vincoli di cardinalità

Esercizio 4 - Soluzione



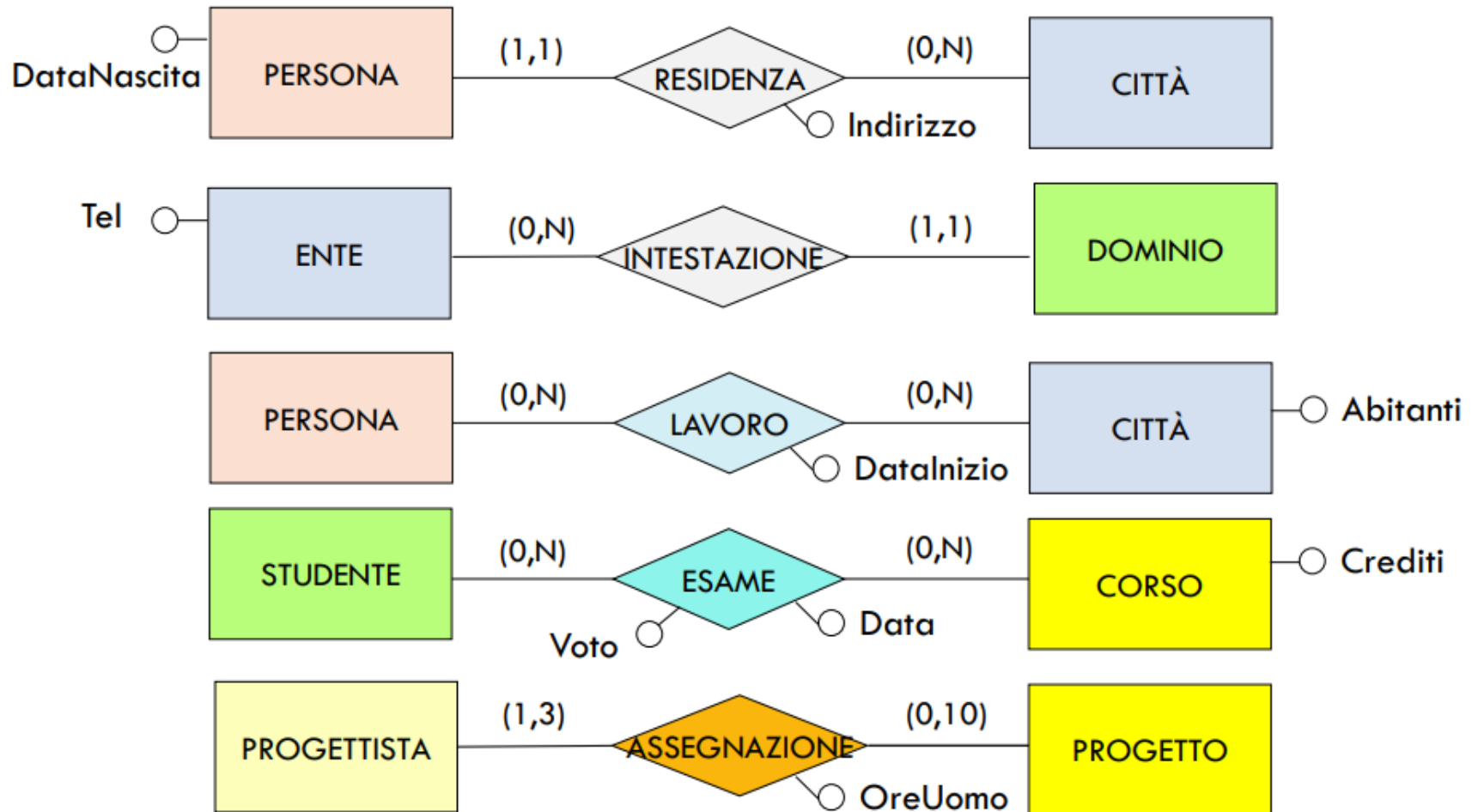
Vincoli di cardinalità

Esercizio 5 – associa attributi e vincoli di cardinalità



Vincoli di cardinalità

Esercizio 5 - Soluzione



Riassunto - Esercizio

[Sherlock's Convenience Store]
[callus@sherlockcs.com], [222 555 7777]

Product Order Form

Order Number: 01234

Prepared for: [Haley Schmidt]

Address: [865 Poplar Chase Ln., Boise, ID 83702]

Email: [haley@ymail.com]

Date: December 03, 2030

Terms & Conditions

1. Full Payment will be collected prior to the delivery of goods.
2. Product refund is allowed within 7 days upon receipt.

Click Below to Accept this Order

undefined

Description	Quantity	Price	Total
Suntory Chuhi 350ml	5	USD 40.00 box	USD 200
Kirin Chuhi 350ml	5	USD 40.00 box	USD 200
Tax			8 %
Total			USD 400

- Disegnare lo schema ER per modellare i dati necessari per questo modulo d'ordine

Riassunto - Esercizio

[Sherlock's Convenience Store]
[callus@sherlockcs.com], [222 555 7777]

Product Order Form

Order Number: 01234

Prepared for: [Haley Schmidt]

Address: [865 Poplar Chase Ln., Boise, ID 83702]

Email: [haley@ymail.com]

Date: December 03, 2030

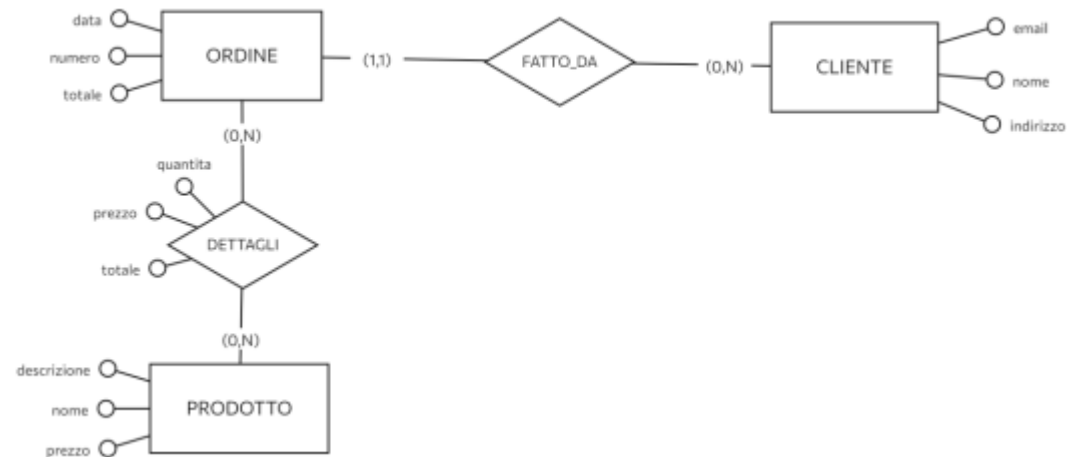
Terms & Conditions

1. Full Payment will be collected prior to the delivery of goods.
2. Product refund is allowed within 7 days upon receipt.

Click Below to Accept this Order

undefined

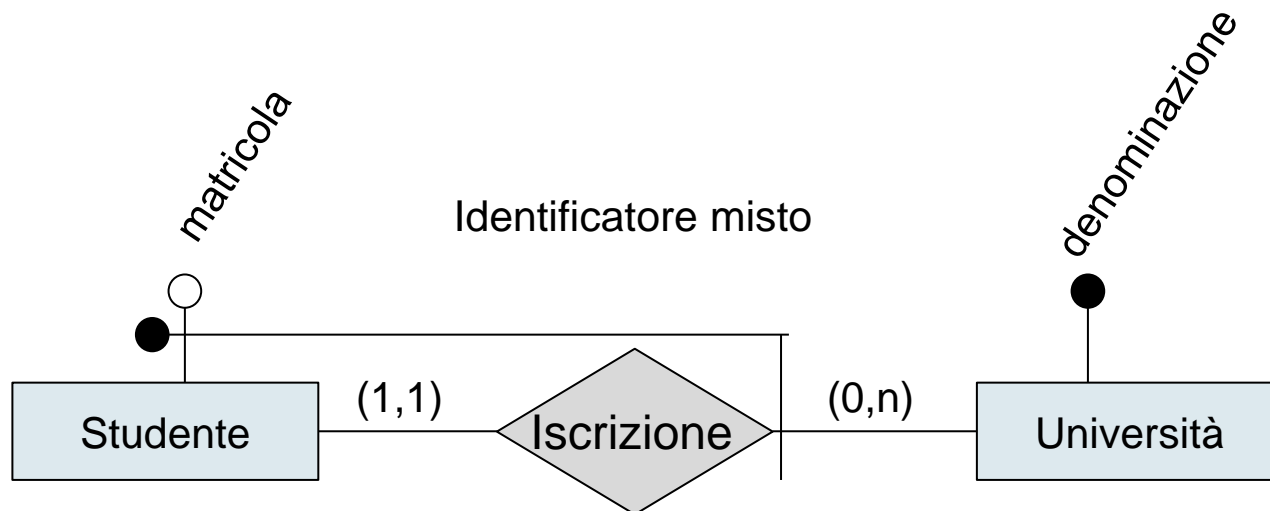
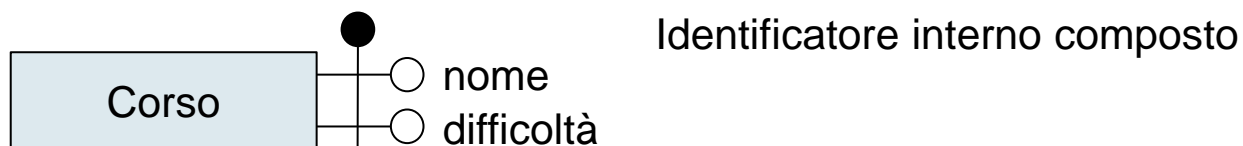
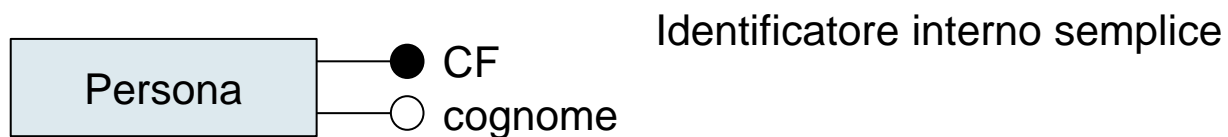
Description	Quantity	Price	Total
Suntory Chuhi 350ml	5	USD 40.00 box	USD 200
Kirin Chuhi 350ml	5	USD 40.00 box	USD 200
Tax			8 %
Total			USD 400



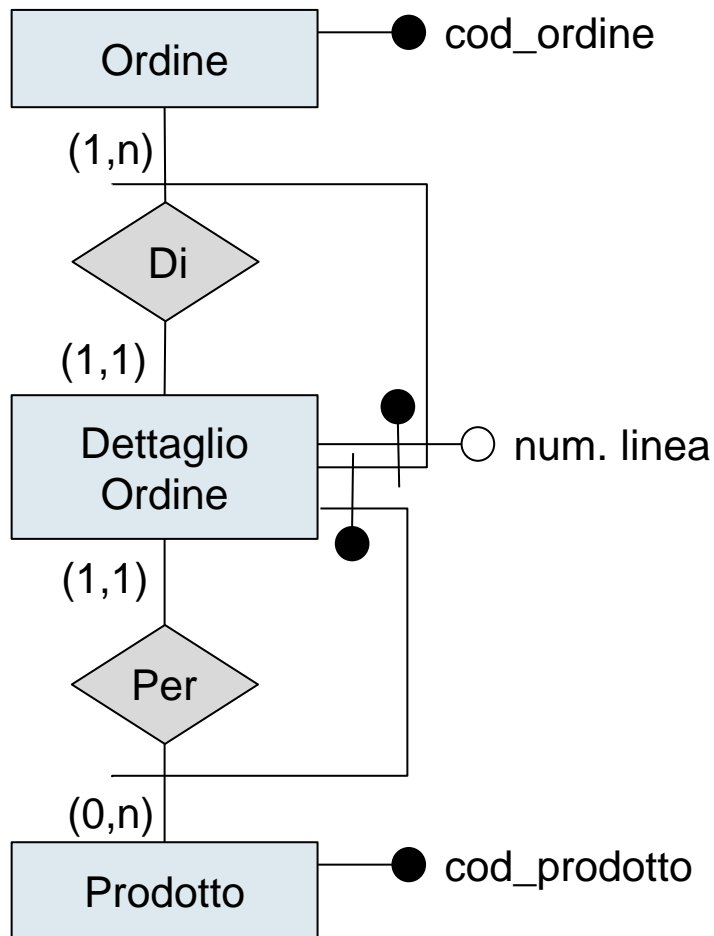
Identificatori

- ❑ Un identificatore ha lo scopo di permettere **l'individuazione univoca** delle istanze di un'entità
- ❑ Deve valere anche la **proprietà di minimalità**: nessun sottoinsieme proprio dell'identificatore deve a sua volta essere un identificatore
- ❑ Per definire un identificatore per un'entità E si hanno due possibilità di base:
 - **Identificatore interno**: si usano uno o più attributi di E
 - **Identificatore esterno**: si usano altre (una o più) entità, collegate a E da associazioni, più eventuali attributi di E
 - **Identificatore misto**: si usano sia altre entità, sia attributi propri
- ❑ 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**

Identificatori: esempi

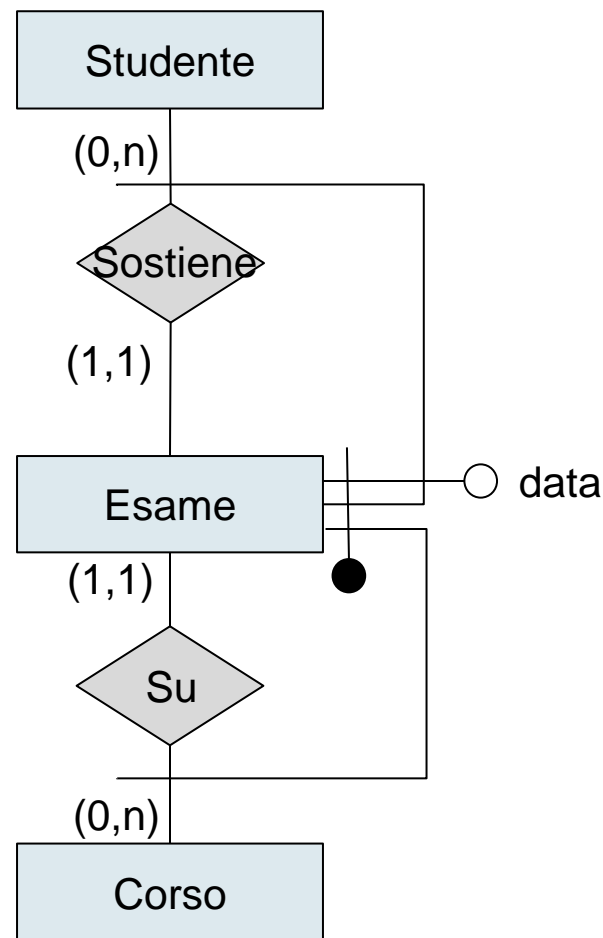
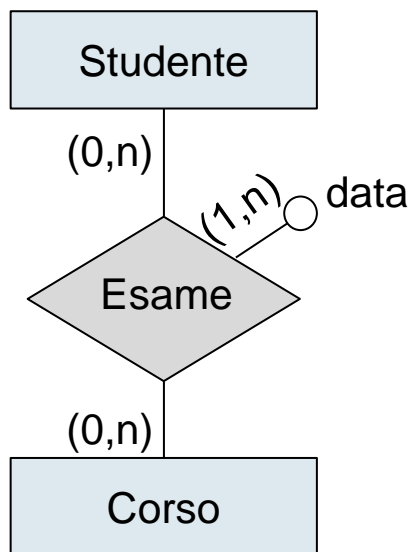
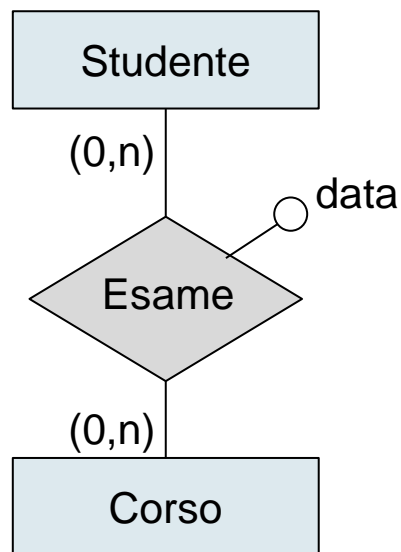


Identificatori: esempi



- ❑ Ogni entità deve avere almeno un identificatore; in generale può averne più di uno
- ❑ Un'entità si dice **debole** se ha solo identificatori esterni, **forte** se ha solo identificatori interni
- ❑ Un identificatore esterno può sfruttare solo legami diretti
 - Si modella intersecando l'arco tra l'entità referenziata e l'associazione che la collega con l'entità di partenza
 - Può essere modellato solo in presenza di associazioni con cardinalità **(1,1)**

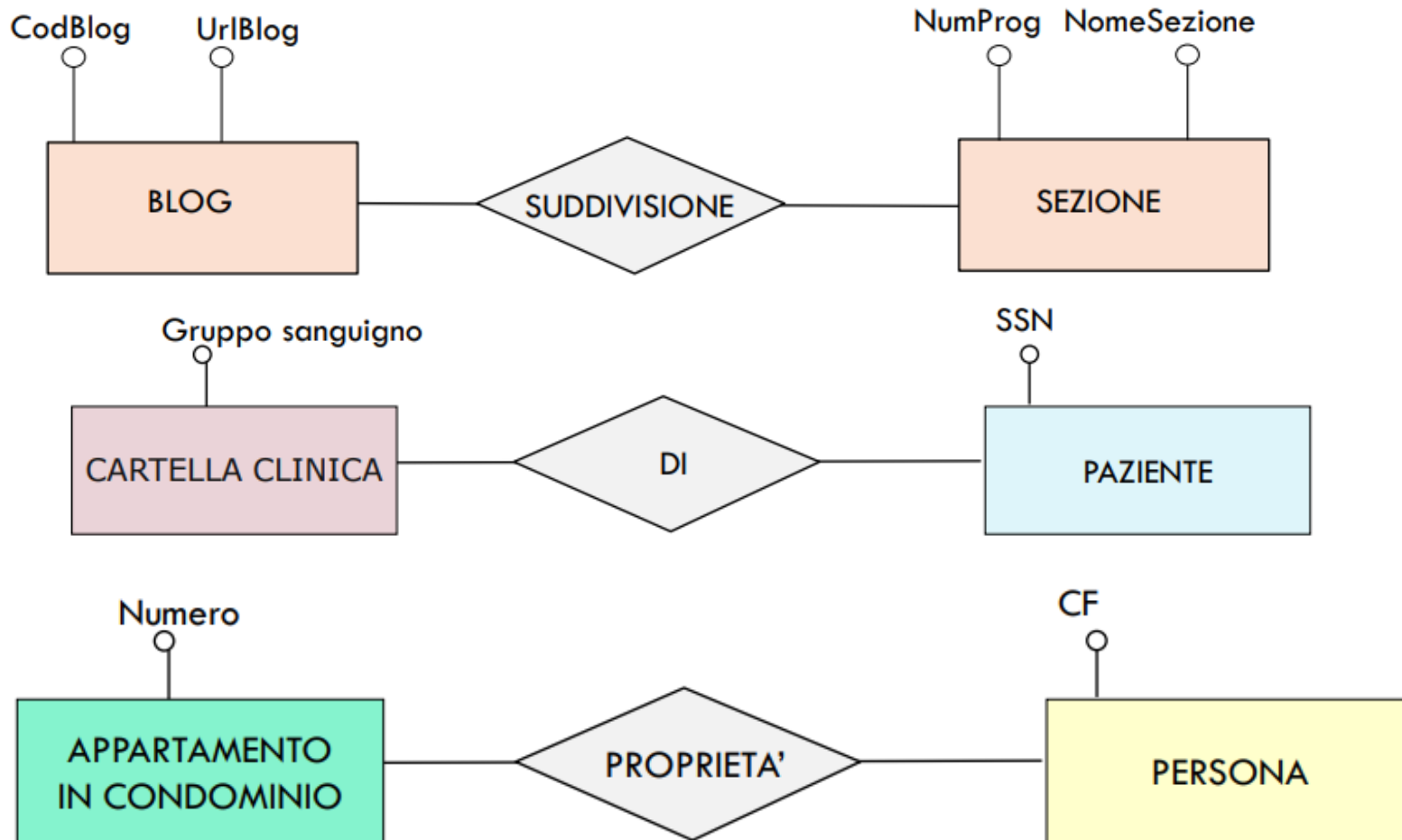
Attributi sulle associazioni



- ❑ 1) Uno studente può sostenere un solo esame per un corso
- ❑ 2) Uno studente può sostenere più esami per un corso, anche nella stessa data
- ❑ 3) Uno studente può sostenere più esami per un corso, ma non nella stessa data

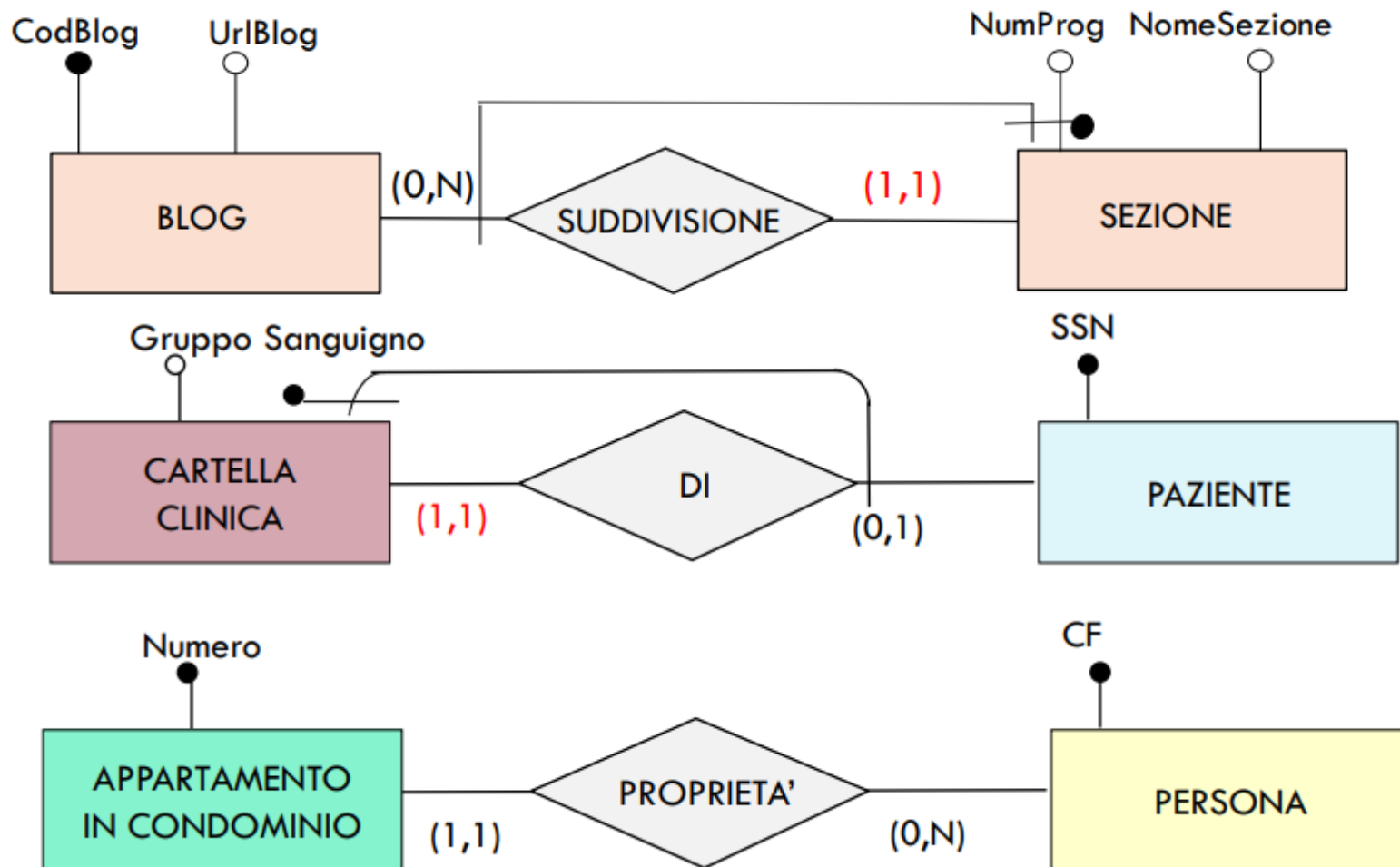
Identificatori: esercizio

Trova gli identificatori e aggiungi le cardinalità

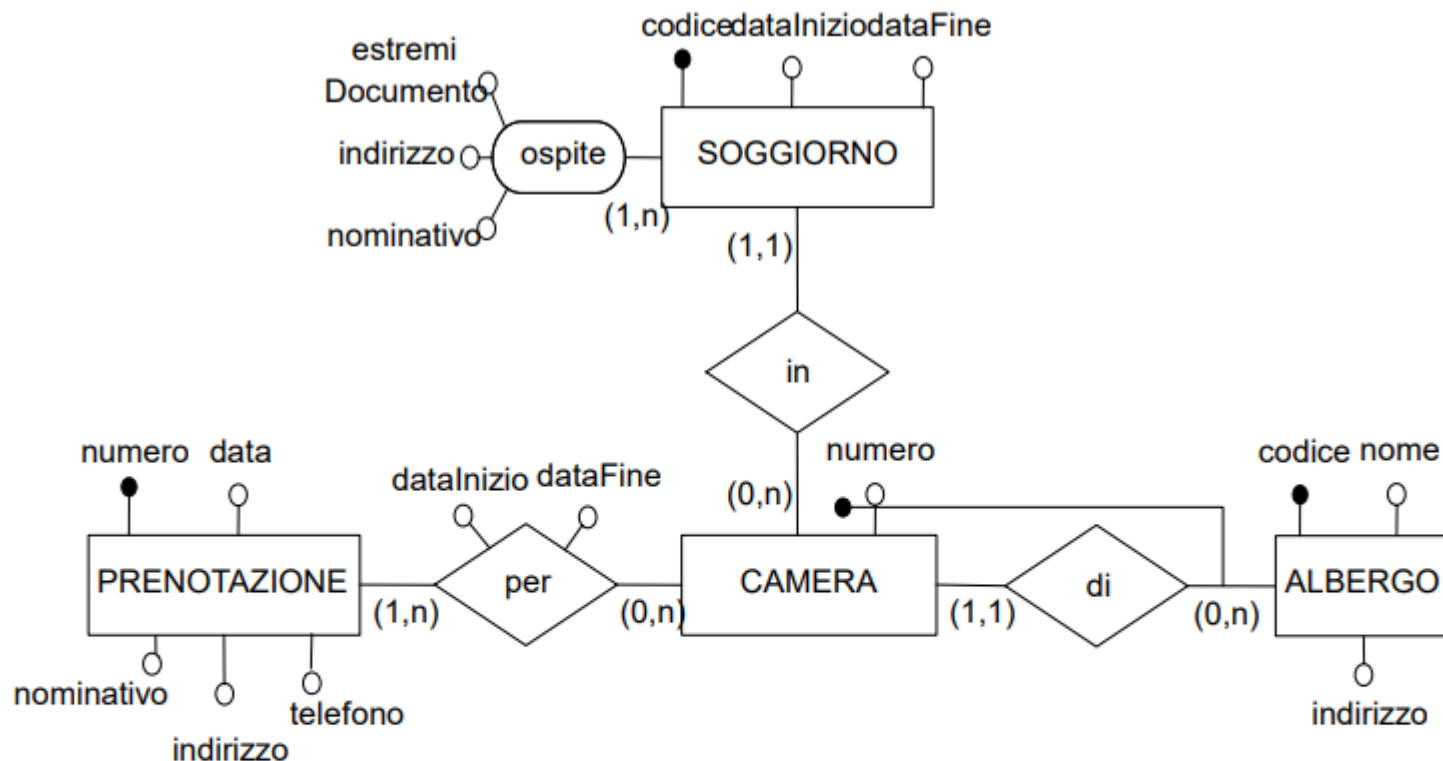


Identificatori: esercizio

Trova gli identificatori e aggiungi le cardinalità



Identificatori: esercizio



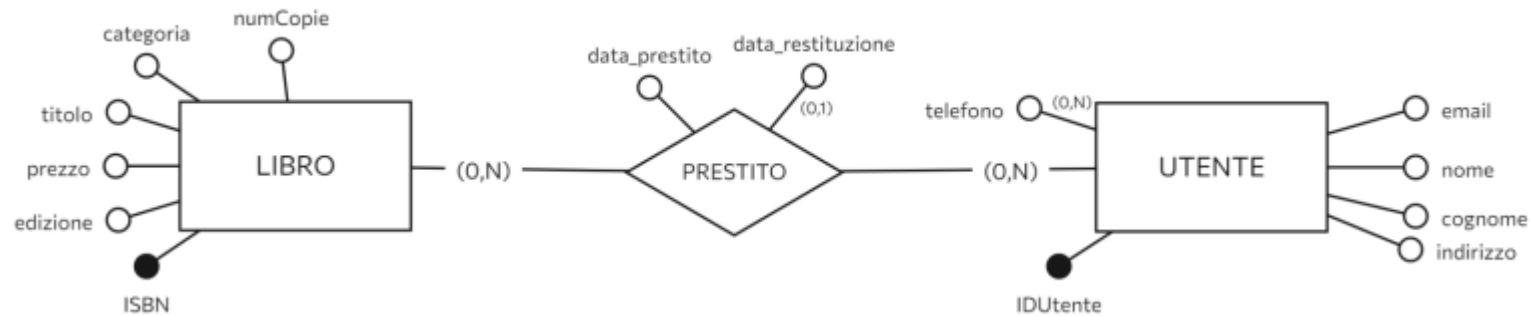
In base ai vincoli espressi nello schema si indichi se le seguenti affermazioni sono vere o false:

- a) All'interno di un albergo non ci sono 2 camere con lo stesso numero
- b) Una camera non può avere due prenotazioni nello stesso periodo
- c) Una camera non può avere due soggiorni nello stesso periodo
- d) Una prenotazione è relativa a una o più camere purché dello stesso albergo

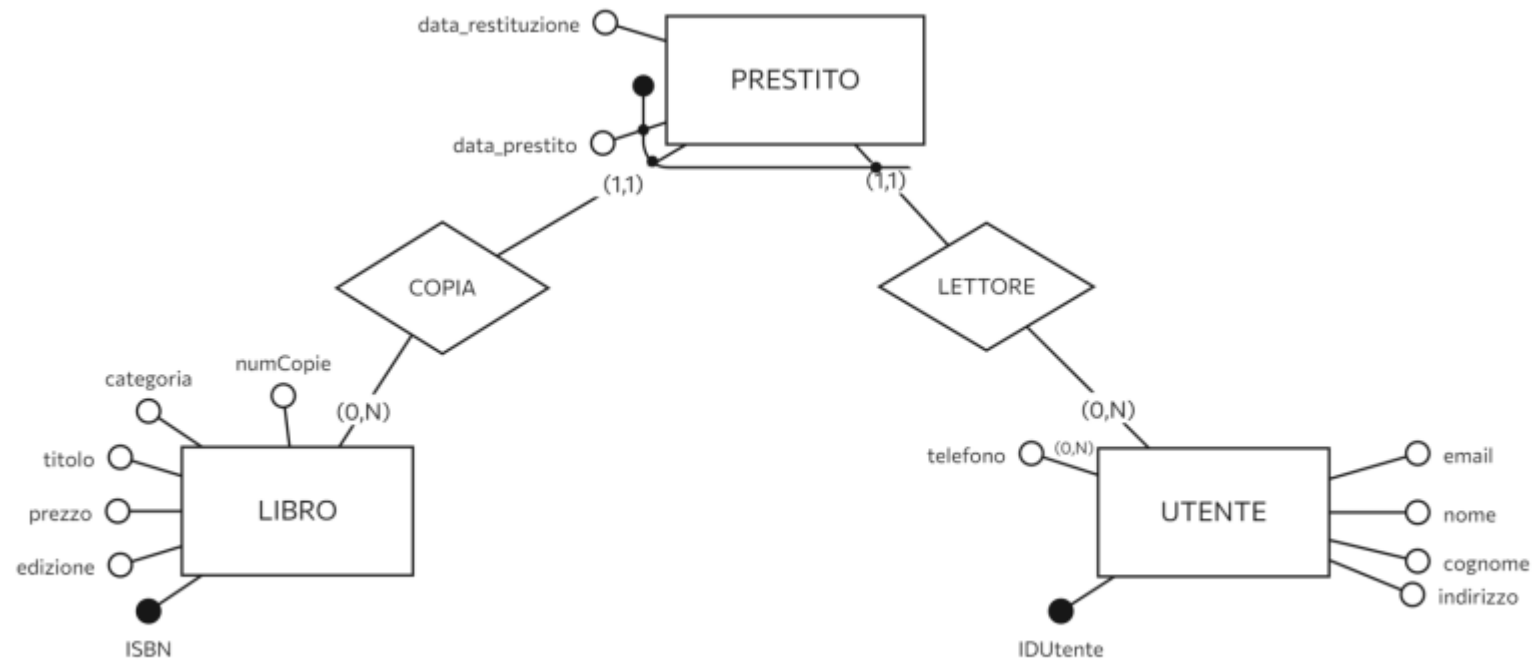
Esercizio

- Si vuole creare un sistema informativo per una biblioteca, che permetta come la registrazione di un nuovo lettore, la catalogazione e il prestito dei libri. Il sistema deve fornire funzionalità come la visualizzazione delle copie disponibili di un libro, l'elenco dei libri che appartengono a una particolare categoria, ...
- Il catalogo dei libri include ISBN, titolo del libro, prezzo, categoria, edizione
- I lettori sono registrati con il loro IDUtente, e-mail, nome, cognome, uno o più numeri di telefono, indirizzo.
- I lettori possono prendere in prestito libri. Per ogni prestito, il sistema memorizza il codice ISBN del libro, l'ID utente, la data di prestito, la data di restituzione e decrementa il numero di copie disponibili per quel libro.

Soluzione 1

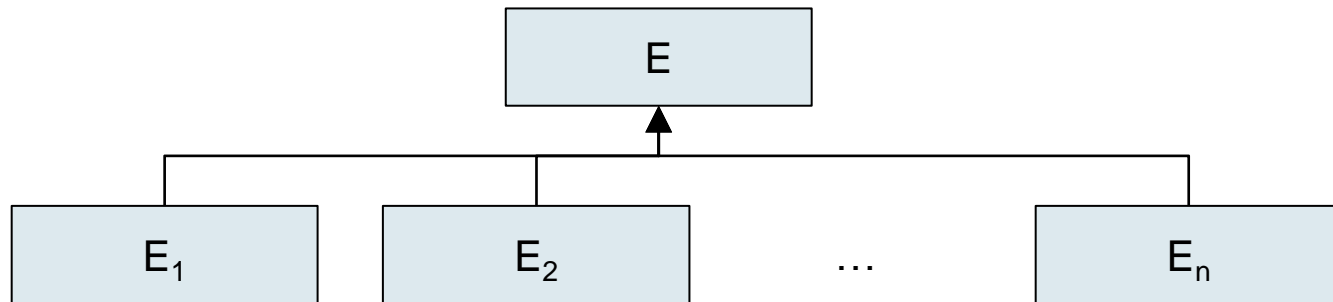


Soluzione 2



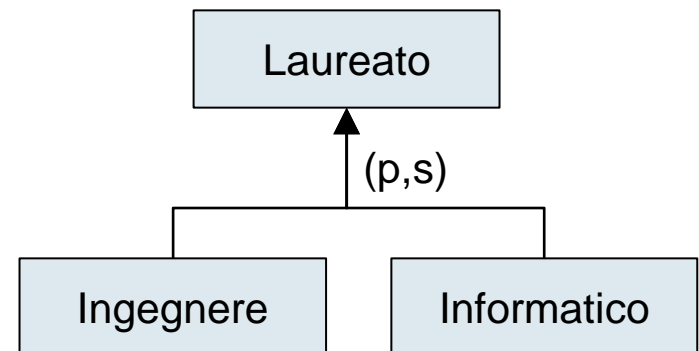
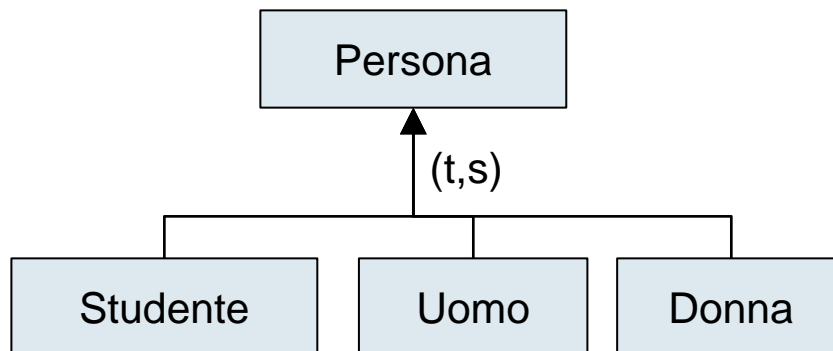
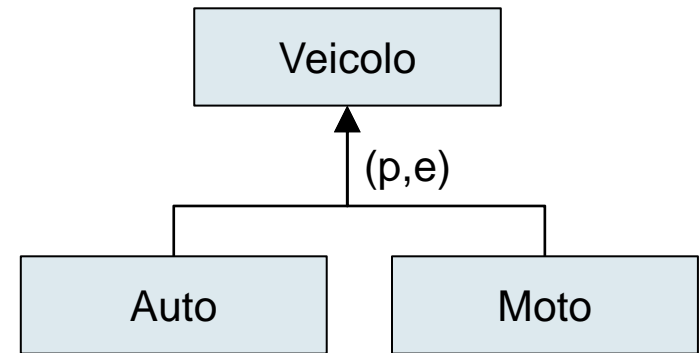
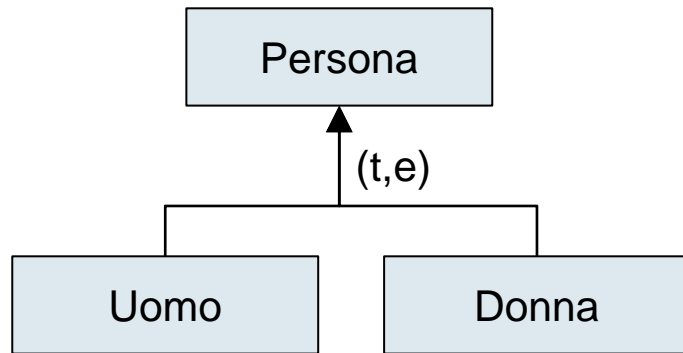
Gerarchie di generalizzazione

- 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



- Per le gerarchie di generalizzazione va anche specificato il tipo di copertura (**totale/parziale**, **esclusiva/sovrapposta**)
- Le proprietà di E sono ereditate da E_1, E_2, \dots, E_n : ogni E_i ha gli attributi di E e partecipa alle associazioni definite per E (non vanno quindi replicati nello schema)

Gerarchie di generalizzazione

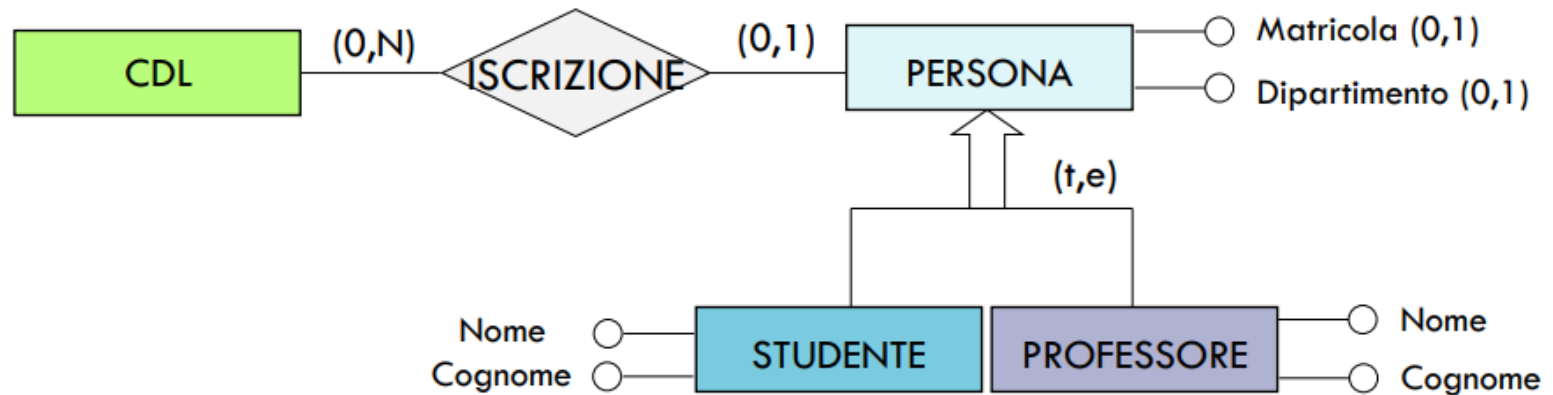


Gerarchie di generalizzazione

- ❑ Gli attributi e le associazioni comuni a tutte le specializzazioni vanno indicate sull'entità più astratta
- ❑ Le generalizzazioni vengono utilizzate per rappresentare aspetti statici (es. la suddivisione delle persone in uomini e donne); gli aspetti dinamici vanno invece modellati con associazioni (es. invece di suddividere le persone in sposati e single, modellare l'entità Matrimonio)
- ❑ Attenzione a non confondere entità con istanze di entità tentando di modellare attraverso gerarchie la conoscenza di specifiche istanze
- ❑ Attenzione a non modellare attraverso gerarchie i ruoli che un'entità assume in diversi periodi temporali o in relazione ad altre entità

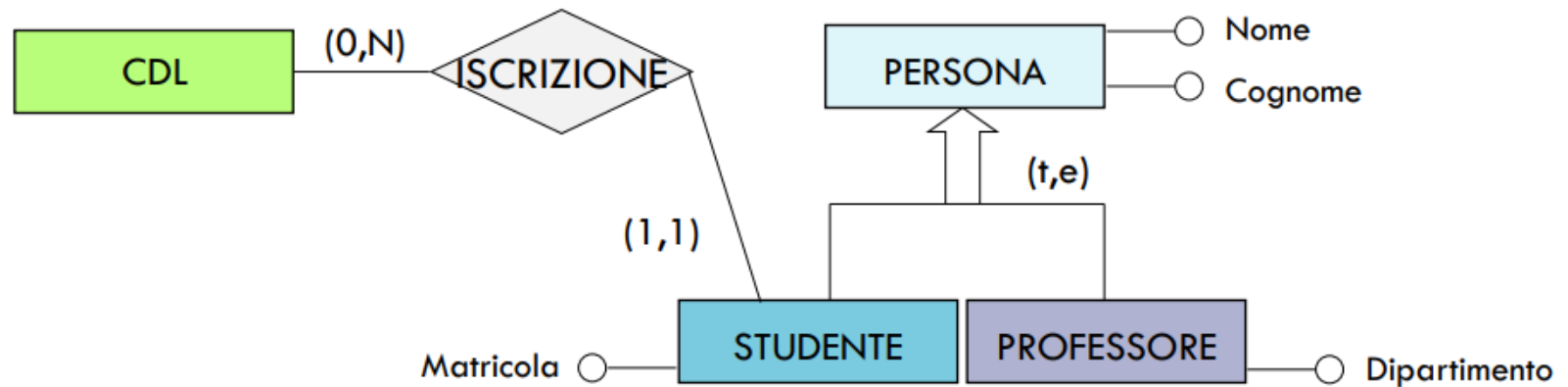
Gerarchie di generalizzazione: esercizio

- Lo schema sotto non è corretto, perché?

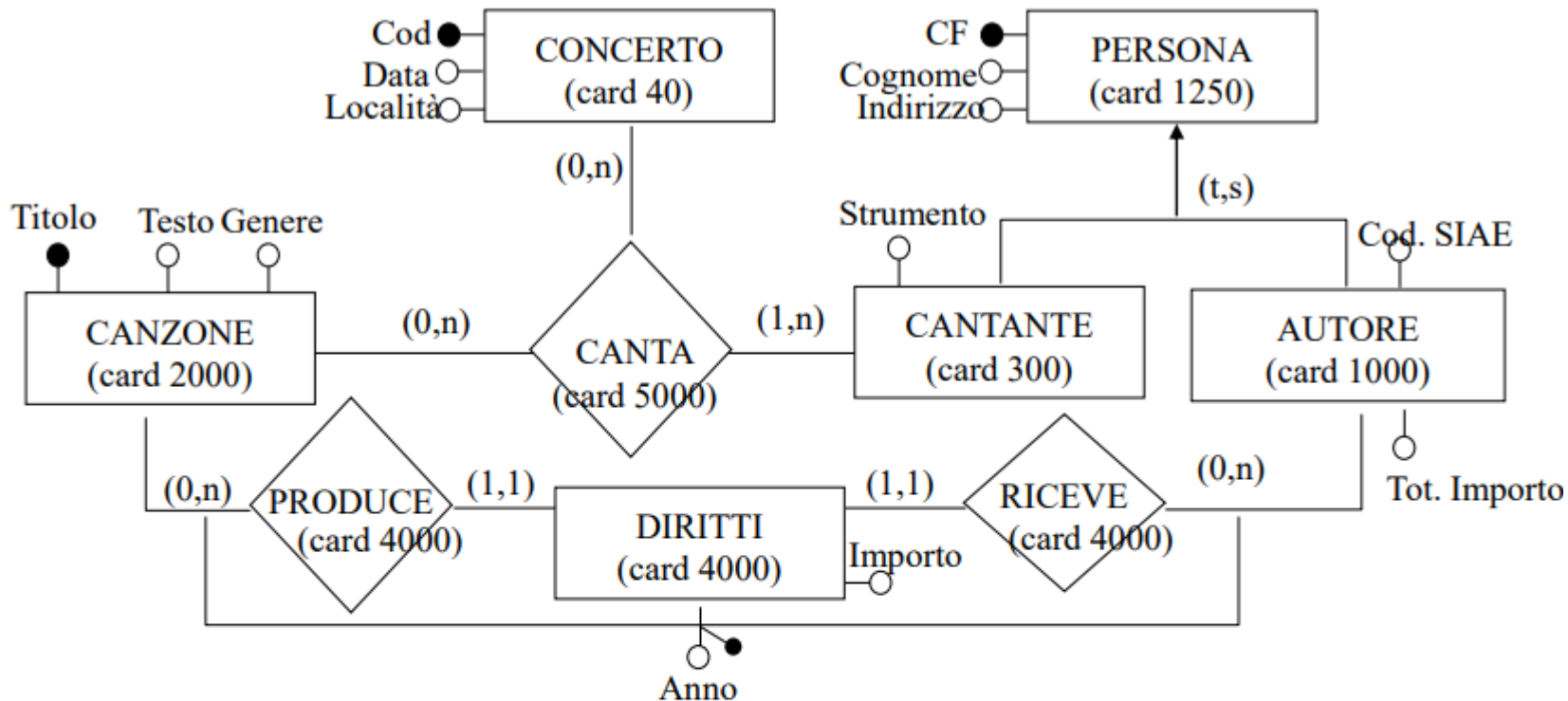


Gerarchie di generalizzazione: Esercizio

➤ Soluzione



Gerarchie di generalizzazione - Esercizio



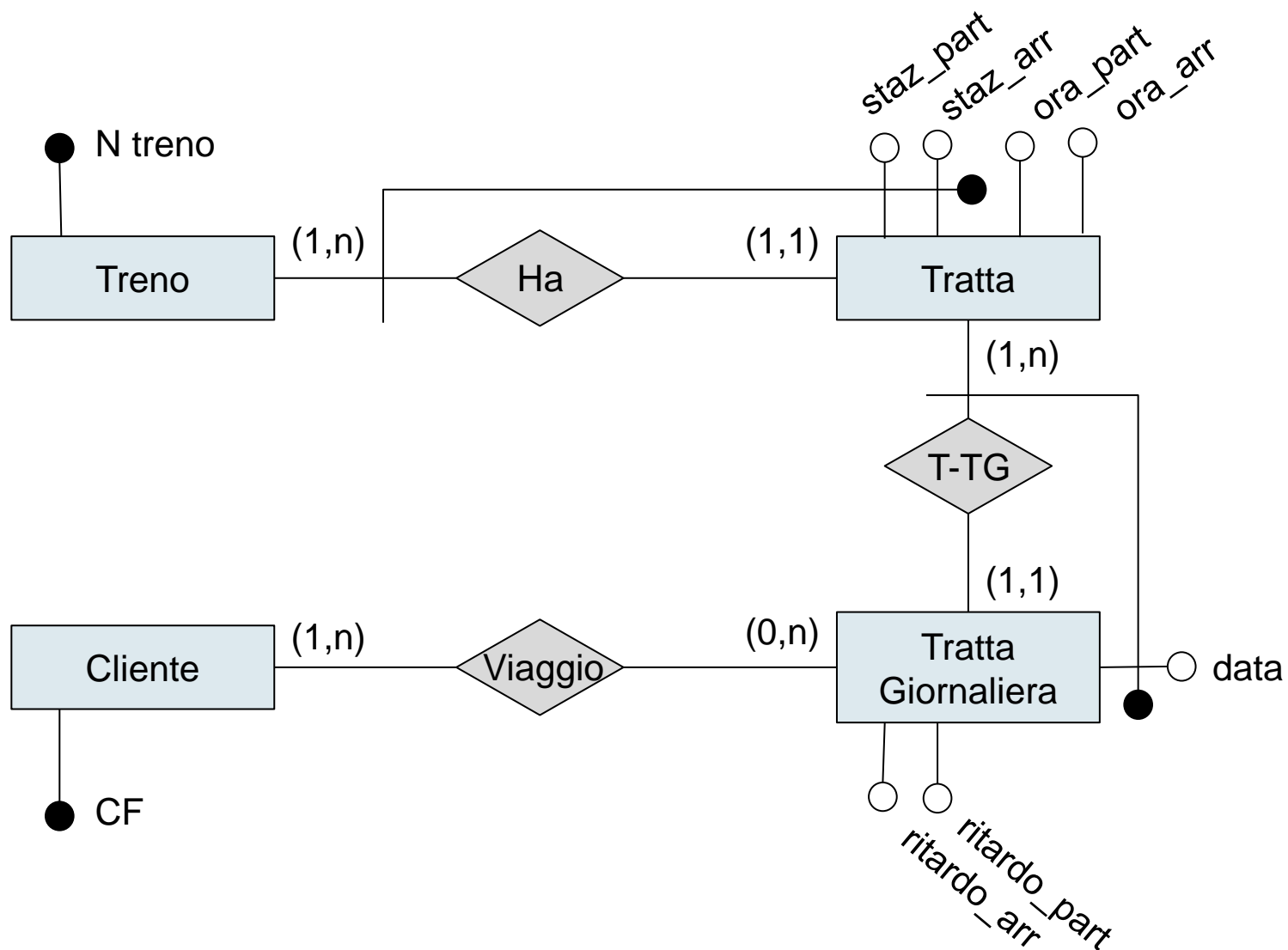
In base ai vincoli espressi nello schema si indichi se le seguenti affermazioni sono vere o false:

- I cantanti possono essere memorizzati solo se hanno effettuato concerti
- Un cantante non può cantare una stessa canzone più volte in un concerto
- I diritti d'autore possono essere registrati solo per l'anno corrente
- Una canzone può essere cantata più volte in uno stesso concerto
- I diritti per una data canzone non possono essere suddivisi tra più autori

Associazioni ternarie

- ❑ Quando in un'associazione ternaria esistono dipendenze funzionali tra le entità in gioco è preferibile sostituire la ternaria con una coppia di binarie, che modellano esplicitamente i vincoli del problema (es. la modellazione di lezioni come relazione tra aula, giorno e corso).
- ❑ Se una (o più) entità partecipano con cardinalità massima 1 a un'associazione ternaria siamo in presenza di una “**falsa ternaria**” che può essere sempre modellata attraverso due binarie (es. la modellazione delle relazioni tra una partita di calcio e le due squadre che partecipano, una in casa e una fuori).

Un esempio complesso



Osservazioni generali

- ❑ I nomi di entità e associazioni alle volte traggono in inganno: è bene quindi, nel caso si presentino situazioni poco chiare, provare a ragionare anche in termini di istanze (cosa “contiene” effettivamente questa entità/associazione?). Come l'esempio precedente (V/F) sui diritti e gli autori.
- ❑ Quando, come praticamente sempre accade, interviene la variabile “tempo” è bene chiedersi quali sono gli aspetti che si vogliono modellare che sono indipendenti dal tempo e quali viceversa variano dinamicamente. Come l'esempio precedente (V/F) sui diritti e gli autori.

Utilità

- ❑ Uno schema E/R è più espressivo di uno schema relazionale, inoltre può essere utilizzato con successo per alcuni compiti diversi dalla progettazione, ad esempio:
 - ❑ Documentazione
 - La simbologia grafica del modello E/R può essere facilmente compresa anche dai non “addetti ai lavori”
 - ❑ Reverse engineering
 - A partire da un DB esistente si può fornire una descrizione in termini E/R allo scopo di migliorare l’analisi del contesto applicativo ed eventualmente procedere a un’operazione di riprogettazione
 - ❑ Integrazione di sistemi
 - Essendo indipendente dal modello logico dei dati, è possibile usare il modello E/R come “linguaggio comune” in cui rappresentare DB eterogenei, allo scopo di costruire un DB integrato

Limiti del modello E/R

- ❑ Per quanto più espressivo di uno schema relazionale, uno schema E/R non è sufficiente a rappresentare tutti gli aspetti di interesse
 - I nomi dei vari concetti possono non essere sufficienti per comprenderne il significato
 - Non tutti i vincoli di integrità sono esprimibili in uno schema E/R
 - per sostenere un esame è necessario avere sostenuto tutti gli esami propedeutici
 - un laureando deve aver sostenuto almeno tutti gli esami dei primi anni
- ❑ In fase di progettazione bisogna quindi fornire un'ulteriore documentazione appropriata a corredo dello schema

Esercizio

- ❑ Ogni sede dell'azienda si trova in una città e ha un indirizzo specifico; una sede è organizzata in dipartimenti, ognuno dei quali ha un nome e un numero di telefono. Gli impiegati lavorano nei dipartimenti (a partire da una certa data) e alcuni di loro sono responsabili della direzione dei dipartimenti. Vogliamo memorizzare le seguenti informazioni sugli impiegati : cognome, stipendio, età e un codice identificativo personale. Gli impiegati lavorano su progetti da una data specifica; ogni progetto ha un nome, un budget e una data d'inizio.

Esercizio

Identificazione dei concetti primari

- ❑ Ogni **sede** dell'azienda si trova in una città e ha un indirizzo specifico; una sede è organizzata in **dipartimenti**, ognuno dei quali ha un nome e un numero di telefono. Gli **impiegati** lavorano nei dipartimenti (a partire da una certa data) e alcuni di loro sono responsabili della direzione dei dipartimenti. Vogliamo memorizzare le seguenti informazioni sugli impiegati : cognome, stipendio, età e un codice identificativo personale. Gli impiegati lavorano su **progetti** da una data specifica; ogni progetto ha un nome, un budget e una data d'inizio.

Esercizio

Schema scheletro

Impiegato

Dipartimento

Progetto

Sede

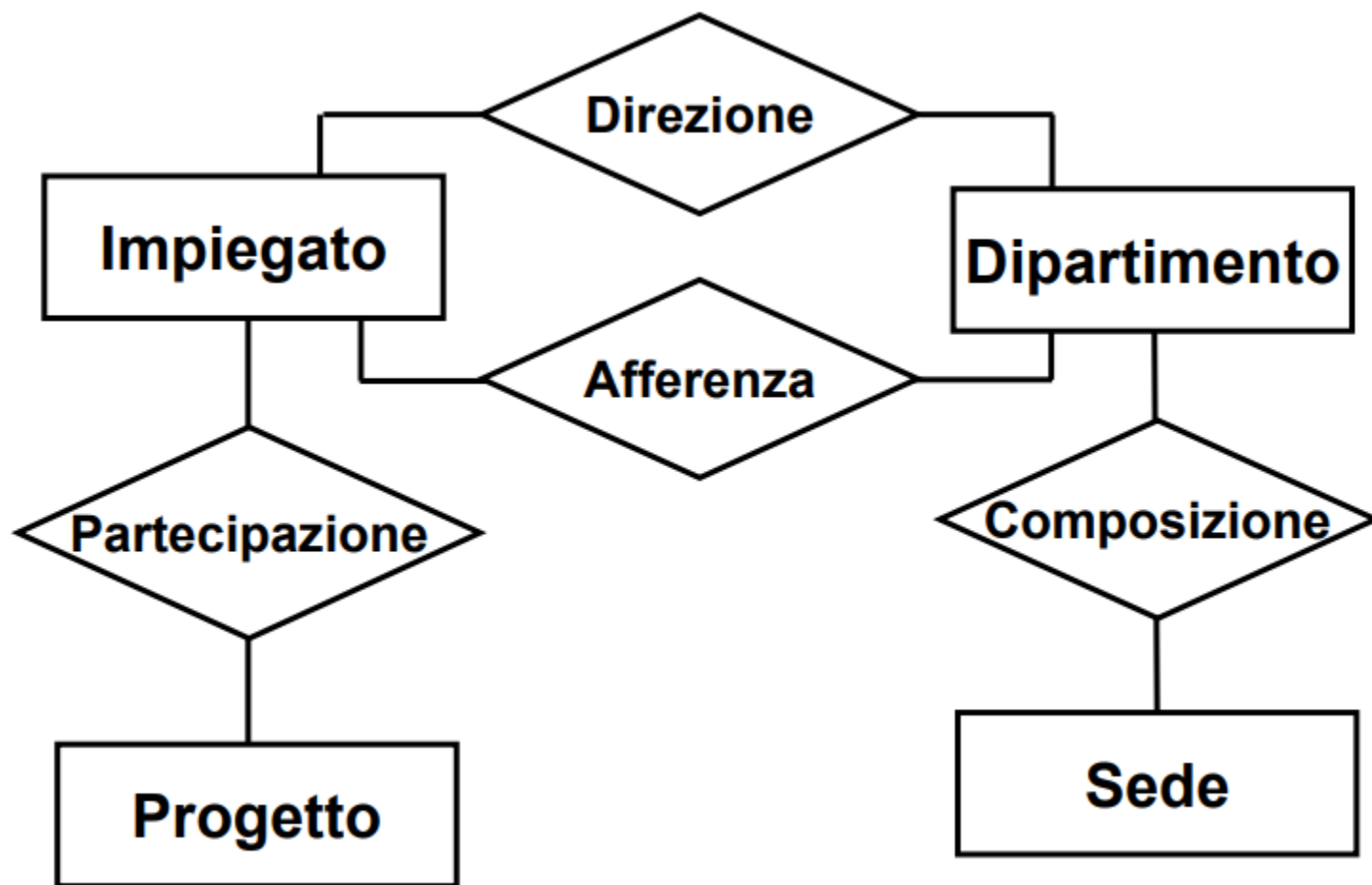
Esercizio

Identificazione delle associazioni «primarie»

- ❑ Ogni **sede** dell'azienda si trova in una città e ha un indirizzo specifico; una sede è **organizzata** in **dipartimenti**, ognuno dei quali ha un nome e un numero di telefono. Gli **impiegati lavorano** nei dipartimenti (a partire da una certa data) e alcuni di loro sono responsabili della direzione dei dipartimenti. Vogliamo memorizzare le seguenti informazioni sugli impiegati : cognome, stipendio, età e un codice identificativo personale. Gli impiegati **lavorano** su **progetti** da una data specifica; ogni progetto ha un nome, un budget e una data d'inizio.

Esercizio

Identificazione delle associazioni «primarie»



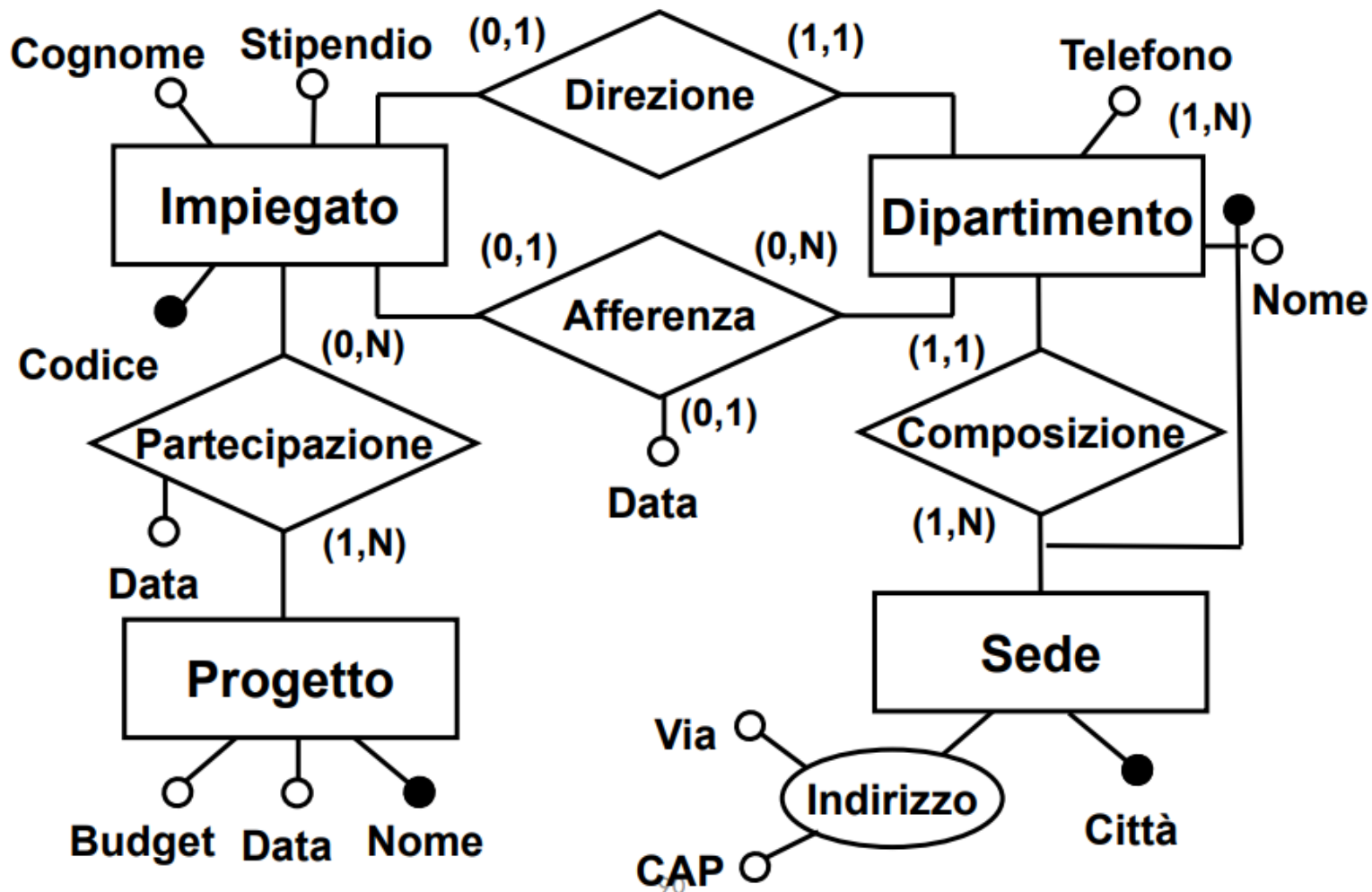
Esercizio

Identificazione degli attributi

- ❑ Ogni **sede** dell'azienda si trova in una **città** e ha un **indirizzo** specifico; una sede è **organizzata** in **dipartimenti**, ognuno dei quali ha un **nome** e un numero di **telefono**. Gli **impiegati** **lavorano** nei dipartimenti (a partire da una certa data) e alcuni di loro sono responsabili della direzione dei dipartimenti. Vogliamo memorizzare le seguenti informazioni sugli impiegati : **cognome**, **stipendio**, **età** e un **codice identificativo personale**. Gli impiegati **lavorano** su **progetti** da una **data** specifica; ogni progetto ha un **nome**, un **budget** e una **data d'inizio**.

Esercizio

Schema finale



Sommario

- Il modello E/R è un modello concettuale largamente utilizzato per la **progettazione di basi di dati**.
- Esistono molti **dialetti E/R**, che spesso si differenziano in termini di costrutti e per la notazione grafica adottata.
- I principali costrutti del modello sono **entità, associazione e attributo**, a cui si aggiungono **identificatori, gerarchie e vincoli di cardinalità**.
- L'espressività del modello E/R non è normalmente sufficiente in fase di progettazione e ciò comporta la necessità di ulteriore **documentazione** di supporto.
- Il modello E/R può essere impiegato con successo anche in altri contesti, ad esempio per **reverse engineering e integrazione di database**.
- Si deve infine ricordare che così come conoscere un linguaggio di programmazione non significa di per sé saper programmare, conoscere il modello E/R non significa saper progettare basi di dati. Tuttavia è comunque un buon punto di partenza.

Questionario

- ❑ Si dia una definizione di associazione binaria e si illustri il significato delle cardinalità di partecipazione delle entità coinvolte.
- ❑ Quando è necessario far ricorso a generalizzazioni?
- ❑ Come si rappresenta in uno schema E/R la relazione composto-componente?
- ❑ In un'associazione ternaria una delle entità coinvolte partecipa con cardinalità (1,1). È possibile trasformare l'associazione ternaria in associazioni binarie?
- ❑ A cosa serve l'indicazione del ruolo di partecipazione in un'associazione? È sempre necessaria?
- ❑ Fare qualche esempio di vincolo non esprimibile con il modello E/R.
- ❑ Lo schema di figura non è corretto. Spiegarne i motivi e progettare uno schema adeguato.

