



# Basi di Dati, Modulo 2

Sapienza Università di Roma

Facoltà di Ing. dell'Informazione, Informatica e Statistica

Laurea in Informatica

Prof. Toni Mancini

<http://tmancini.di.uniroma1.it>

Progetto 20220909 (P.20220909)

# My Precious

Versione 2024-02-08

## 2

---

## Specifiche dei Requisiti

Gli utenti di *My Precious* sono i responsabili della gestione delle opere d'arte del museo e dell'organizzazione delle esposizioni.

È di interesse rappresentare le opere a disposizione del museo, con il nome, la categoria (p.es., dipinto, scultura, mosaico, manoscritto, ecc.), l'autore, l'anno di realizzazione, la tecnica (se rilevante) e le correnti artistiche alle quali è associata.

Di un'autore interessano il nome d'arte, il luogo e la data di nascita, la data di morte e le opere realizzate che sono di proprietà del museo.

Un'opera di proprietà del museo può essere presa in prestito da o data in prestito a un altro museo. Di un'opera in prestito interessa il museo di origine o destinazione, la data di inizio del prestito e quella di fine. Alcune opere, per via di un'importanza particolare o poiché troppo delicate, non possono essere date in prestito.

Alcune opere di proprietà del museo possono essere oggetto di restauri, nel qual caso interessa il periodo di restauro; un'opera in restauro non può essere esposta nel museo. Il sistema deve mantenere le informazioni riguardo a tutti i restauri ai quali è stata sottoposta ogni opera di proprietà del museo, da quando è di sua proprietà.

I responsabili della gestione del patrimonio del museo organizzano le esposizioni delle opere, le quali possono essere permanenti oppure temporanee.

Le esposizioni permanenti espongono le opere di proprietà del museo e le raggruppano, ad esempio, per periodo storico.

Le esposizioni temporanee, invece, sono esposizioni speciali che si tengono per periodi di tempo più o meno brevi (in genere qualche mese) e hanno un tema particolare, come un artista, un gruppo di artisti, una corrente artistica o un periodo storico.

Di un'esposizione è di interesse conoscere la sezione del museo nella quale ha luogo e le opere coinvolte.

Di un'esposizione temporanea interessa il nome e il periodo di tempo nel quale si tiene.

Il museo vende diversi tipi di biglietto. Ogni biglietto può essere utilizzato solamente nella data scelta al momento del suo acquisto.

Le tipologie di biglietto in vendita sono le seguenti:

30

1. il biglietto *full access*, che dà accesso a tutte le esposizioni, permanenti e temporanee;
2. un biglietto valido per tutte e sole le esposizioni permanenti;
3. un biglietto valido per tutte le esposizioni permanenti ed una sola esposizione temporanea, quest'ultima a scelta del visitatore.

35

Il sistema deve offrire le seguenti funzionalità ai responsabili del patrimonio artistico e al management:

1. inserimento e rimozione di opere d'arte;
2. registrazione del restauro di un'opera d'arte;
3. creazione di un'esposizione, con le opere relative;
4. calcolare il numero dei biglietti venduti in un dato giorno per ognuna delle diverse tipologie;
5. dato un periodo di tempo, il numero medio di biglietti (di qualsivoglia tipologia) venduti (media giornaliera) nel periodo dato;
6. dato un periodo di tempo, calcolare un resoconto che contenga, per ognuna delle correnti artistiche note, il numero di artisti che ha realizzato almeno un'opera di proprietà del museo appartenente a quella corrente, nel periodo dato;
7. dato un periodo di tempo, calcolare l'esposizione temporanea per la quale sono stati venduti più biglietti nel periodo (considerando tutti i tipi di biglietto rilevanti);
8. dato un artista e un periodo di tempo, calcolare le opere realizzate dall'artista ed in possesso del museo che non sono state oggetto di restauri nel periodo dato;
9. trovare le opere attualmente in restauro che non sono esposte da più tempo, insieme alla data di loro ultima esposizione.

45

50

# 1 Analisi concettuale

**Domanda 1 (10 minuti)** Raffinare la specifica dei requisiti eliminando inconsistenze, omissioni e ridondanze e producendo un elenco numerato di requisiti il meno ambiguo possibile. (La risposta a questa domanda non sarà valutata, ma si consiglia di svolgere accuratamente questo passo, in quanto può facilitare di molto le attività di progetto.)

## Risposta

Opera:

- nomeOp : Stringa
- annoOp : Intero
- associato all'Autore
- associato alla CATEGORIA
- associato alla TECNICA [0..1]
- associato alle Curanti

Prestito:

- initOpPre : Databea
- firePre : Databea
- associato all'Opera
- associato al Museo
- generalizzazione:
  - PrestitoDato
  - PrestitoPerson

Esposizione:

- initExp : Databea
- versione : Stringa
- associato alle Opere
- generalizzazione:
  - ExpPerm:
  - ExpTemp:
    - fireExp : Databea
    - nomeExp : Stringa
    - associato a un Tema

Autore:

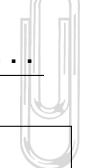
- nomeAut : Stringa
- annoNasc : Intero
- annoMor : Intero [0..1]
- associato alla Città
- associato alle Opere

Restauro:

- initRes : Databea
- fireRes : Databea [0..1]
- associato all'Opera

Biglietto:

- datoBigl : Datas
- generalizzazione:
  - BiglFull
  - BiglPerm
  - BiglTemp
  - associato all'ExpTemp



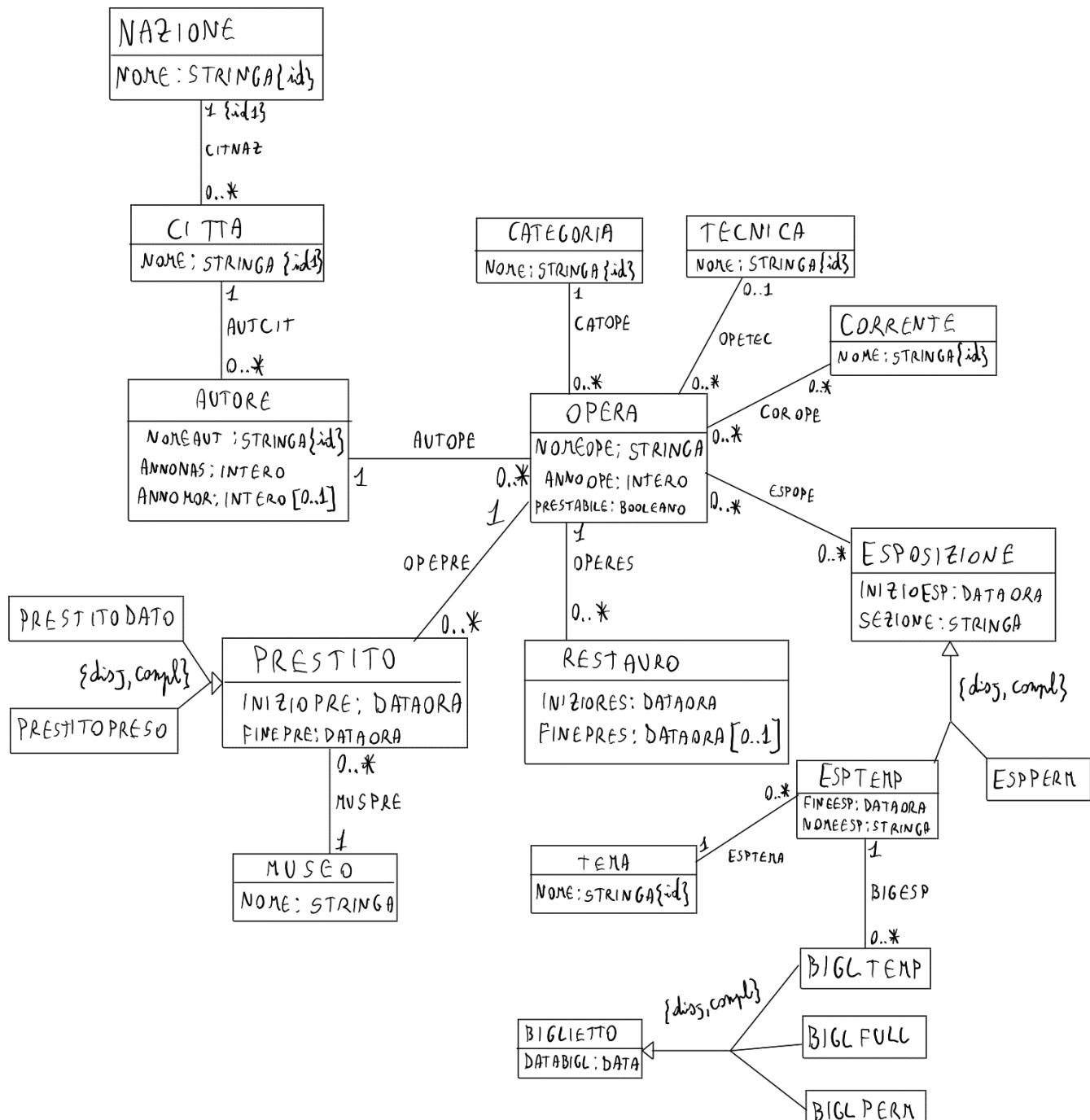
**Risposta alla Domanda 1 (segue)**

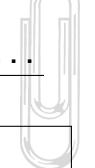
**Domanda 2 (45 minuti; 75 minuti al massimo)** Proseguire la fase di Analisi Concettuale dei requisiti, producendo un diagramma UML concettuale delle classi per l'applicazione, le specifiche di classi, associazioni, tipi di dato e vincoli esterni.

Una risposta soddisfacente a questa domanda è condizione *necessaria* (ma non sufficiente) per superare la prova.

### Diagramma UML concettuale delle classi

Produrre un diagramma UML concettuale delle classi per l'applicazione in termini di classi, associazioni, attributi, generalizzazioni, operazioni di classe.





**Risposta alla Domanda 2 (segue)**

**Specifiche delle classi o associazioni** Per ogni classe o associazione del diagramma **con** operazioni o vincoli:

- Definire la specifica formale di eventuali operazioni necessarie a modellare i requisiti contrassegnati dalla barra laterale, ed eventuali vincoli esterni. Usare la logica del primo ordine estesa con teoria degli insiemi e semantica di mondo reale vista nel corso, usando il seguente alfabeto:
  - Un simbolo di predicato  $C/1$  per ogni classe  $C$ .  
Semantica di  $C(x)$ :  $x$  è una istanza di  $C$ .
  - Un simbolo di predicato  $T/1$  per ogni tipo di dato  $T$ .  
Semantica di  $T(x)$ :  $x$  è un valore di  $T$ .
  - Un simbolo di predicato  $\text{assoc}/2$  per ogni associazione binaria  $\text{assoc}$ .  
Semantica di  $\text{assoc}(c_1, c_2)$ :  $(c_1, c_2)$  è una istanza di  $\text{assoc}$ .
  - Un simbolo di predicato  $\text{attr}/2$  per ogni attributo  $\text{attr}$  di entità.  
Semantica di  $\text{attr}(c, v)$ : uno dei valori dell'attributo  $\text{attr}$  dell'istanza  $c$  è  $v$ .
  - Un simbolo di predicato  $\text{attr}/3$  per ogni attributo  $\text{attr}$  di associazione binaria.  
Semantica di  $\text{attr}(c_1, c_2, v)$ : uno dei valori dell'attrib.  $\text{attr}$  del link  $(c_1, c_2)$  è  $v$ .
  - Un simbolo di predicato  $\text{op}/(n+2)$  per ogni operazione di classe ad  $n$  argomenti.  
Semantica di  $\text{op}(c, \text{arg}_1, \dots, \text{arg}_n, v)$ : uno dei valori di ritorno di  $\text{op}$ , quando invocata sull'istanza  $c$  e con argomenti  $\text{arg}_1, \dots, \text{arg}_n$  è  $v$ .
  - Il simbolo di  $=/2$  (la cui interpretazione è la relazione che lega ogni elemento del dominio di interpretazione solo con se stesso) e opportuni simboli di predicato e di funzione, soggetti a semantica di modo reale, per relazioni e funzioni standard tra elementi dei tipi di dato, tra cui  $\text{adesso}/0$ , interpretato come il valore del dominio  $\text{DataOra}$  che rappresenta l'istante corrente.

## Risposta

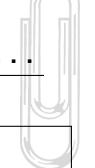
<p>1 Tipo: <b>Classe</b>   Associazione (cerchiare)</p> <p>Nome: <u>AUTORE</u></p> <p>Operazioni, vincoli:</p> <p><math>\forall</math>. NASCEPRIMA MUORE</p> <p><math>\forall a, an, am \text{ AUTORE}(a) \wedge \text{ANNONASC}(an, a) \wedge \text{ANNOMOR}(a, am)</math>  <math>\rightarrow an &lt; am</math></p> <p><math>\forall</math>. OPERAINVITA</p> <p><math>\forall a, o, an, ar \text{ AUTOPRE}(a, o) \wedge \text{ANNOOPRE}(o, ar) \wedge \text{ANNONASC}(a, an) \rightarrow</math>  <math>an &lt; ar \wedge (\forall am \text{ ANNOMOR}(a, am) \rightarrow ar &lt; am)</math></p>	<p>2 Tipo: <b>Classe</b>   Associazione (cerchiare)</p> <p>Nome: <u>PRESTITO</u></p> <p>Operazioni, vincoli:</p> <p><math>\forall</math>. FINE DOPONIZIO</p> <p><math>\forall p, i, f \text{ PRESTITO}(p) \wedge \text{INIZIOPRE}(p, i) \wedge \text{FINEPRE}(p, f) \rightarrow i &lt; f</math></p> <p><math>\forall</math>. DISGIUNTI</p> <p><math>\forall o \text{ OPERA}(o) \rightarrow \exists p, p', i, i', f, f' \text{ id}</math>  <math>\text{OPEPRE}(p, o) \wedge \text{OPEPRE}(p', o) \wedge \text{INIZIOPRE}(p, i) \wedge \text{INIZIOPRE}(p', i')</math>  <math>\wedge \text{FINEPRE}(p, f) \wedge \text{FINEPRE}(p', f') \wedge \text{DATAORA}(d) \wedge d &gt; i \wedge d &gt; i' \wedge d &lt; f \wedge d &lt; f'</math></p> <p><math>\forall</math>. DOPOANNOOPERA</p> <p><math>\forall p, i, o, a \text{ OPEPRE}(p, o) \wedge \text{INIZIOPRE}(p, i) \wedge \text{ANNOOPRE}(o, a) \rightarrow \exists d</math>  <math>\text{ANNO}(i, d) \wedge a &lt; d</math></p>
---	---

<p><b>3</b> Tipo: <b>Classe</b>   Associazione (cerchiare)</p> <p>Nome: ... RESTAURO .....</p> <p>Operazioni, vincoli:</p> <p>V. FINE DOPOLAVORO  <math>\forall m, n \text{ RESTAURO}(m) \wedge \text{INIZIORES}(m, n) \rightarrow</math>  <math>(\forall f \text{ FINERES}(m, f) \rightarrow f &gt; n)</math></p> <p>V. DISGIUNTI  <math>\forall \sigma \text{ OPERA}(\sigma) \rightarrow \exists [m, m', i, i', d] \text{ OPERES}(\sigma, m) \wedge \text{OPERES}(\sigma, m') \wedge</math>  <math>\wedge \text{INIZIORES}(m, i) \wedge \text{INIZIORES}(m', i') \wedge \text{DATAORA}(d) \wedge d &gt; i \wedge d &gt; i' \wedge</math>  <math>\wedge (\forall f \text{ FINERES}(m, f) \rightarrow f &gt; d) \wedge (\forall f' \text{ FINERES}(m', f') \rightarrow f' &gt; d)</math></p> <p>V. DOPO ANNOOPERA  <math>\forall m, \sigma, i, a \text{ OPERES}(m, \sigma) \wedge \text{INIZIORES}(i, m) \wedge \text{ANNOOPERA}(\sigma, a) \rightarrow</math>  <math>\exists d \text{ ANNO}(i, d) \wedge d &gt; a</math></p>	<p><b>6</b> Tipo: <b>Classe</b>   Associazione (cerchiare)</p> <p>Nome: ... ESPOSIZIONE .....</p> <p>Operazioni, vincoli:</p> <p>V. DOPO ANNOOPERA  <math>\forall e, \sigma, i, a \text{ ESPOPE}(e, \sigma) \wedge \text{INIZIOESP}(i, e) \wedge \text{ANNOOPERA}(\sigma, a) \rightarrow</math>  <math>\exists d \text{ ANNO}(i, d) \wedge d &gt; a</math></p> <p>V. DISGIUNTE  <math>\forall \sigma \text{ OPERA}(\sigma) \rightarrow \exists [e, e', i, i', d] \text{ ESPOPE}(e, \sigma) \wedge \text{ESPOPE}(e', \sigma) \wedge</math>  <math>\wedge \text{INIZIOESP}(e, i) \wedge \text{INIZIOESP}(e', i') \wedge \text{DATAORA}(d) \wedge d &gt; i \wedge d &gt; i' \wedge</math>  <math>\wedge (\forall f \text{ FINESP}(e, f) \rightarrow f &lt; d) \wedge (\forall f' \text{ FINESP}(e', f') \rightarrow f' &lt; d)</math></p> <p>V. FINE DOPOLAVORO  <math>\forall e, i, f \text{ ESPTEMP}(e) \wedge \text{INIZIOESP}(e, i) \wedge \text{FINEESP}(e, f) \rightarrow i &lt; f</math></p>
<p><b>4</b> Tipo: <b>Classe</b>   Associazione (cerchiare)</p> <p>Nome: ... BIGLIETTO .....</p> <p>Operazioni, vincoli:</p> <p>V. DURANTEESPPOSIZIONE  <math>\forall b, e, i, f, d \text{ BIGLIESP}(b, e) \wedge \text{INIZIOESP}(e, i) \wedge \text{FINEESP}(e, f)</math>  <math>\wedge \text{DATABIGL}(b, d) \rightarrow \exists di, df \text{ DATA}(i, di) \wedge \text{DATA}(f, df) \wedge</math>  <math>d &gt;= di \wedge d &lt;= df</math></p>	<p><b>7</b> Tipo: <b>Classe</b>   Associazione (cerchiare)</p> <p>Nome: ... OPERA .....</p> <p>Operazioni, vincoli:</p> <p>V. NO PRESTITO SE RESTAURO  <math>\forall \sigma \text{ OPERA}(\sigma) \rightarrow \exists [p, n, ip, ir, fp, d] \text{ OPEPRE}(\sigma, p) \wedge</math>  <math>\text{OPERES}(\sigma, n) \wedge \text{INIZIOPRE}(p, ip) \wedge \text{INIZIORES}(n, ir) \wedge \text{FINEPRE}(ip, fp) \wedge</math>  <math>\text{DATAORA}(d) \wedge d &gt; ir \wedge d &gt; ip \wedge d &lt; fp \wedge (\forall f \text{ FINERES}(n, f) \rightarrow f &lt; fp)</math></p> <p>V. NO ESPTEMP DURANTE RESTAURO  <math>\forall \sigma \text{ OPERA}(\sigma) \rightarrow \exists [e, n, ie, ir, fe, d] \text{ ESPOPE}(\sigma, e) \wedge</math>  <math>\text{OPERES}(\sigma, n) \wedge \text{INIZIOESP}(e, ie) \wedge \text{INIZIORES}(n, ir) \wedge \text{FINEESP}(ie, fe) \wedge</math>  <math>\text{DATAORA}(d) \wedge d &gt; ir \wedge d &gt; ie \wedge d &lt; fe \wedge (\forall f \text{ FINERES}(n, f) \rightarrow f &lt; fe)</math></p> <p>V. NO ESPTEMP DURANTE PRESTITO DATO  <math>\forall \sigma \text{ OPERA}(\sigma) \rightarrow \exists [p, e, ip, il, fp, fe, d] \text{ OPEPRE}(\sigma, p) \wedge</math>  <math>\text{PRESTITODATO}(p) \wedge \text{INIZIOPRE}(ip, ip) \wedge \text{INIZIOESP}(il, e) \wedge \text{FINEPRE}(ip, fp) \wedge</math>  <math>\wedge \text{FINEESP}(fe, e) \wedge \text{DATAORA}(d) \wedge d &gt; ip \wedge d &gt; ie \wedge d &lt; fe \wedge d &lt; fp</math></p>
<p><b>5</b> Tipo: <b>Classe</b>   Associazione (cerchiare)</p> <p>Nome: .....</p> <p>Operazioni, vincoli:</p>	<p><b>8</b> Tipo: <b>Classe</b>   Associazione (cerchiare)</p> <p>Nome: .....</p> <p>Operazioni, vincoli:</p>

Specifiche dei tipi di dato, specifiche di ulteriori vincoli esterni ed altre specifiche

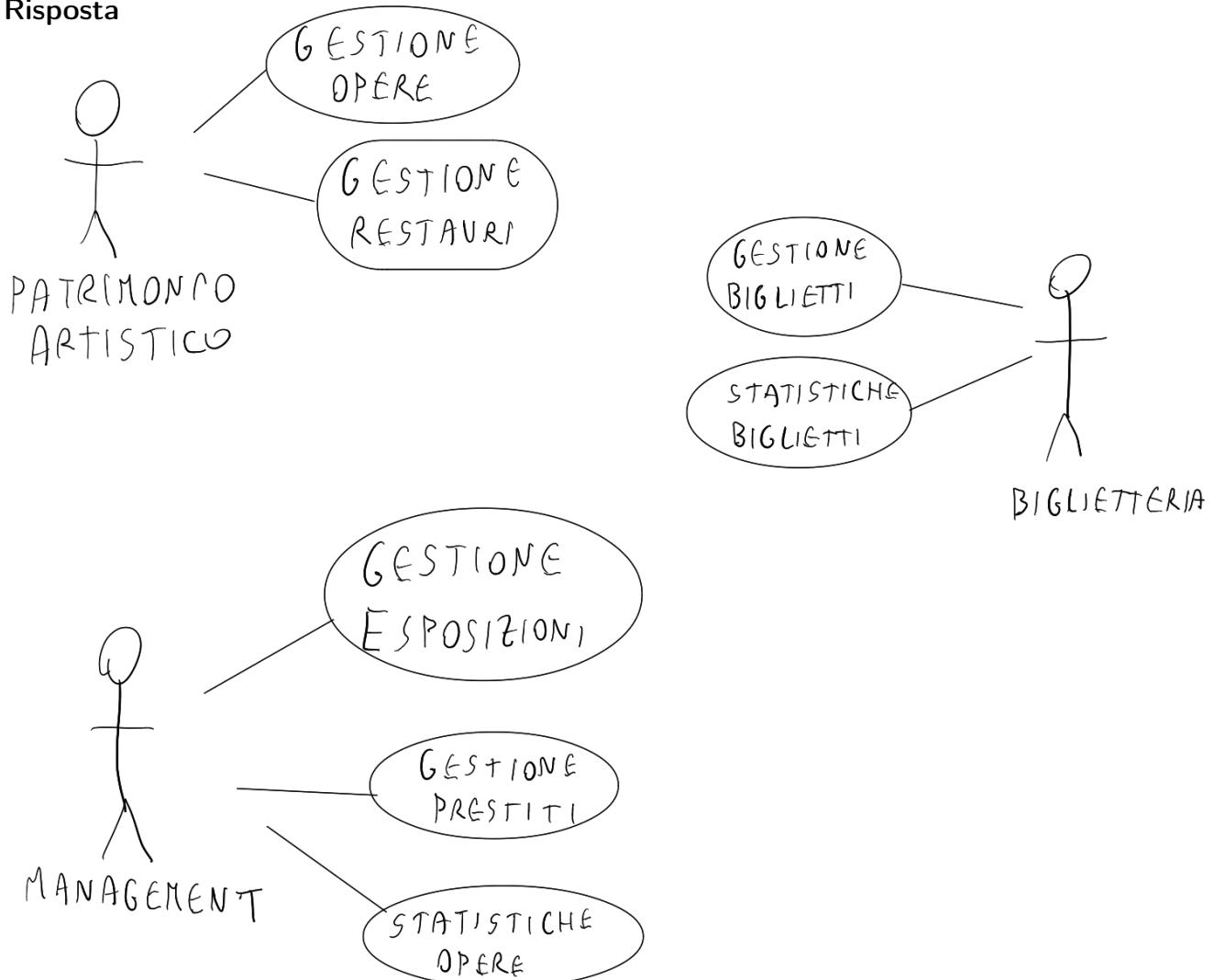
$\forall . \text{PRESTITO} . \text{SE PRESTABILE}$

$\forall \sigma, p \quad \text{OPEPRE}(\sigma, p) \rightarrow \text{PRESTABILE}(\sigma, \text{TRUE})$



**Risposta alla Domanda 2 (segue)**

**Domanda 3 (5 minuti; 10 minuti al massimo)** Proseguire la fase di Analisi Concettuale dei requisiti, producendo un diagramma UML degli use-case che definisca ad alto livello tutte le funzionalità richieste al sistema.

**Risposta**

**Domanda 4 (10 minuti)** Proseguire la fase di Analisi Concettuale dei requisiti definendo la **segnatura** delle operazioni in ogni use-case.

### Risposta

GESTIONE OPERE:

NEWOPERA ( $n$ : STRINGA,  $a$ : INTERO,  $p$ : BOOLEANO,  $a$ : AUTORE): OPERA

RIMUOVOPERA ( $o$ : OPERA): OPERA

GESTIONE RESTAURI:

NEWRESTAURO ( $o$ : OPERA,  $i$ : DATAORA): RESTAURO

FINERESTAURO ( $r$ : RESTAURO,  $f$ : DATAORA): RESTAURO

GESTIONE PRESTITI:

NEWPRESTITO ( $o$ : OPERA,  $i$ : DATAORA,  $f$ : DATAORA,  $m$ : MUSEO): PRESTITO

GESTIONE ESPOSIZIONI:

NEWESPPERM ( $i$ : DATAORA,  $s$ : STRINGA): ESPPERM

NEWESPTEMP ( $n$ : STRINGA,  $i$ : DATAORA,  $f$ : DATAORA,  $s$ : STRINGA,  $t$ : TEMA): ESPTEMP

AGGIUNGIOPERA ( $e$ : ESPOSIZIONE,  $o$ : OPERA)

STATISTICHE OPERE:

RESOCONTOCORRENTI ( $i$ : INTERO,  $f$ : INTERO): (CORRENTE, INTERO $\geq 0$ ) [0..\*]

NORESTARTISTA ( $a$ : AUTORE,  $i$ : DATA,  $f$ : DATA): OPERA [0..\*]

OPERERESTVECCHIE (): (OPERA, DATA) [0..\*]

GESTIONE BIGLIETTI:

NEWBIGLFULL ( $d$ : DATA): BIGLFULL

NEWBIGLPERM ( $d$ : DATA): BIGLPERM

NEWBIGLTEMP ( $d$ : DATA,  $e$ : ESPTEMP): BIGLTEMP

STATISTICHE BIGLIETTI:

BIGLDATA ( $d$ : DATA): INTERO $\geq 0$  [3]

BIGLMEDIA ( $i$ : DATA,  $f$ : DATA): REAL $\geq 0$

ESPTEMPPOPOLARE ( $i$ : DATA,  $f$ : DATA): ESPTEMP [0..\*]

**Domanda 5 (30 minuti; 60 minuti al massimo)** Proseguire la fase di Analisi Concettuale dei requisiti producendo le specifiche concettuali per le operazioni di use-case, **limitandosi** a quelle necessarie a modellare i requisiti contrassegnati dalla barra laterale (come quella qui a sinistra), ed includendo eventuali operazioni ausiliarie. In particolare, per ogni operazione, definire segnatura, precondizioni e postcondizioni utilizzando il linguaggio della logica del primo ordine. Si assuma lo stesso vocabolario definito alla [Domanda 2](#).

Una risposta soddisfacente a questa domanda è condizione *necessaria* (ma non sufficiente) per superare la prova.

### Risposta

$\text{BIGL DATA}(d; \text{DATA}) : |\text{INTERO}| = 0 [3]$

- pre:

$$\text{BF} = \left\{ b \mid \text{BIGL FULL}(b) \wedge \text{DATA BIGL}(b, d) \right\}$$

$$\text{BP} = \left\{ b \mid \text{BIGL PERM}(b) \wedge \text{DATA BIGL}(b, d) \right\}$$

$$\text{BT} = \left\{ b \mid \text{BIGL TEMP}(b) \wedge \text{DATA BIGL}(b, d) \right\}$$

$$\text{RESULT} = (|\text{BF}|, |\text{BP}|, |\text{BT}|)$$

$\text{BIGL MEDIA}(i; \text{DATA}, f; \text{DATA}) ; |\text{REALC}| = 0$

- pre:  $i \leq f$

$$\text{B} = \left\{ b \mid \begin{array}{l} \text{BIGLIETTO}(b) \wedge \exists d \quad \text{DATA BIGL}(b, d) \wedge \\ d \geq i \wedge d \leq f \end{array} \right\}$$

SIA  $g$  TALE DA SODDISFARE:

$$\text{GIORNO}(f - i, g)$$

$$\text{RESULT} = \frac{|\text{B}|}{g}$$

$\text{ESPTEMP POPOLARE}(i; \text{DATA}, f; \text{DATA}) : \text{ESPTEMP}[0..*]$

- pre:  $i \leq f$

- post:

$$\text{E} = \left\{ (e, n) \mid \begin{array}{l} \text{ESPTEMP}(e) \wedge \exists i_e, f_e, d_e, d_f \quad \text{INIZIOESP}(e, i_e) \wedge \text{FINEESP}(e, f_e) \\ \wedge \text{DATA}(i_e, d_e) \wedge \text{DATA}(f_e, d_f) \wedge \\ n = \left| \left\{ b \mid \begin{array}{l} [\text{BIGL FULL}(b) \vee \text{BIGL TEMP}(b) \wedge \text{BIGL ESP}(b, e)] \\ \wedge \exists d \quad \text{DATA BIGL}(b, d) \wedge d \geq i_e \wedge d \leq f_e \wedge d \leq d_f \end{array} \right\} \right| \end{array} \right\}$$

$$\text{RESULT} = \text{ARG MAX}(n) \\ (e, n) \in \text{E}$$

**Risposta alla Domanda 5 (segue)**

**RESOCONTO CORRENTI** ( $i$ : INTERO,  $f$ : INTERO):  $(CORRENTE, INTERO \geq 0) [0..*]$

- pre:  $i <= f$

- post:

$$\text{RESULT} = \left\{ (c, a) \middle| \begin{array}{l} \text{CORRENTE}(c) \wedge \\ a = \left| \begin{array}{l} \text{aut} \mid \text{AUTORE}(\text{aut}) \wedge \exists \sigma, \text{an} \quad \text{OPERA}(\sigma) \wedge \text{COPROPE}(c, \sigma) \wedge \\ \text{AUTORE}(\text{aut}, \sigma) \wedge \text{ANNOOPRE}(\sigma, \text{an}) \wedge \text{an} \geq i \wedge \text{an} \leq f \end{array} \right. \end{array} \right\}$$

**NORESTARTISTA** ( $\sigma$ : AUTORE,  $i$ : DATA,  $f$ : DATA):  $\text{OPERA} [0..*]$

- pre:  $i <= f$

- post:

$$\text{RESULT} = \left\{ \sigma \mid \begin{array}{l} \text{AUTORE}(\sigma, \sigma) \wedge \exists m, im, d, di \quad \text{OPERES}(\sigma, m) \wedge \text{INIZIORES}(m, im) \wedge \\ \text{DATA}(d) \wedge \text{DATA}(im, di) \wedge d > i \wedge d > di \wedge d < f \wedge \\ (\forall fr, df \quad \text{FINERES}(fr, m) \wedge \text{DATA}(df, fr) \rightarrow d < df) \end{array} \right\}$$

**OPERE REST VECCHIE()**:  $(\text{OPERA}, \text{DATA}) [0..*]$

- pre:

- post:

$$\text{OP} = \left\{ (\sigma, d) \mid \begin{array}{l} \exists r \quad \text{OPERES}(\sigma, r) \wedge \exists f \quad \text{FINERES}(r, f) \wedge \\ \exists im \quad \text{INIZIORES}(r, im) \wedge im < \text{ADESSO} \wedge \\ \exists e, i \quad \text{ESPPERM}(e, r) \wedge \text{ESPOPE}(e, \sigma) \wedge \text{INIZIOESP}(e, i) \\ \wedge i < im \wedge \text{DATA}(d, im) \end{array} \right\}$$

$$\text{OT} = \left\{ (\sigma, d) \mid \begin{array}{l} \exists r \quad \text{OPERES}(\sigma, r) \wedge \exists f \quad \text{FINERES}(r, f) \wedge \\ \exists im \quad \text{INIZIORES}(im, r) \wedge im < \text{ADESSO} \wedge \\ \exists e, fe \quad \text{ESPTEMP}(e) \wedge \text{ESPOPE}(e, \sigma) \wedge \text{FINEESP}(e, fe) \wedge \\ \exists e', ie' \quad \text{ESPOSIZIONE}(e') \wedge \text{INIZIOESP}(e, ie') \wedge ie' >= fe \wedge ie' < im \\ \wedge \text{ESPOPE}(e', \sigma) \wedge \text{DATA}(fe, d) \end{array} \right\}$$

$$O = OT \cup OP$$

$$\text{RESULT} = \text{ARGMIN}(d) \\ (\sigma, d) \in O$$

## 2 Progettazione della base dati e delle funzionalità

**Domanda 6 (20 minuti; 30 minuti al massimo)** Iniziare la fase di progettazione logica della base di dati decidendo il DBMS da utilizzare e ristrutturando lo schema UML delle classi concettuale, il dizionario dei dati e i vincoli esterni. In particolare:

- progettare una corrispondenza tra i tipi di dato concettuali ed opportuni domini SQL (domini base o utente, oppure realizzati mediante relazioni aggiuntive) supportati dal DBMS scelto
- eliminare attributi multivale o composti
- eliminare relazioni is-a e generalizzazioni
- definire un identificatore primario per ogni classe
- ristrutturare i vincoli esterni per renderli consistenti con la struttura del nuovo diagramma.

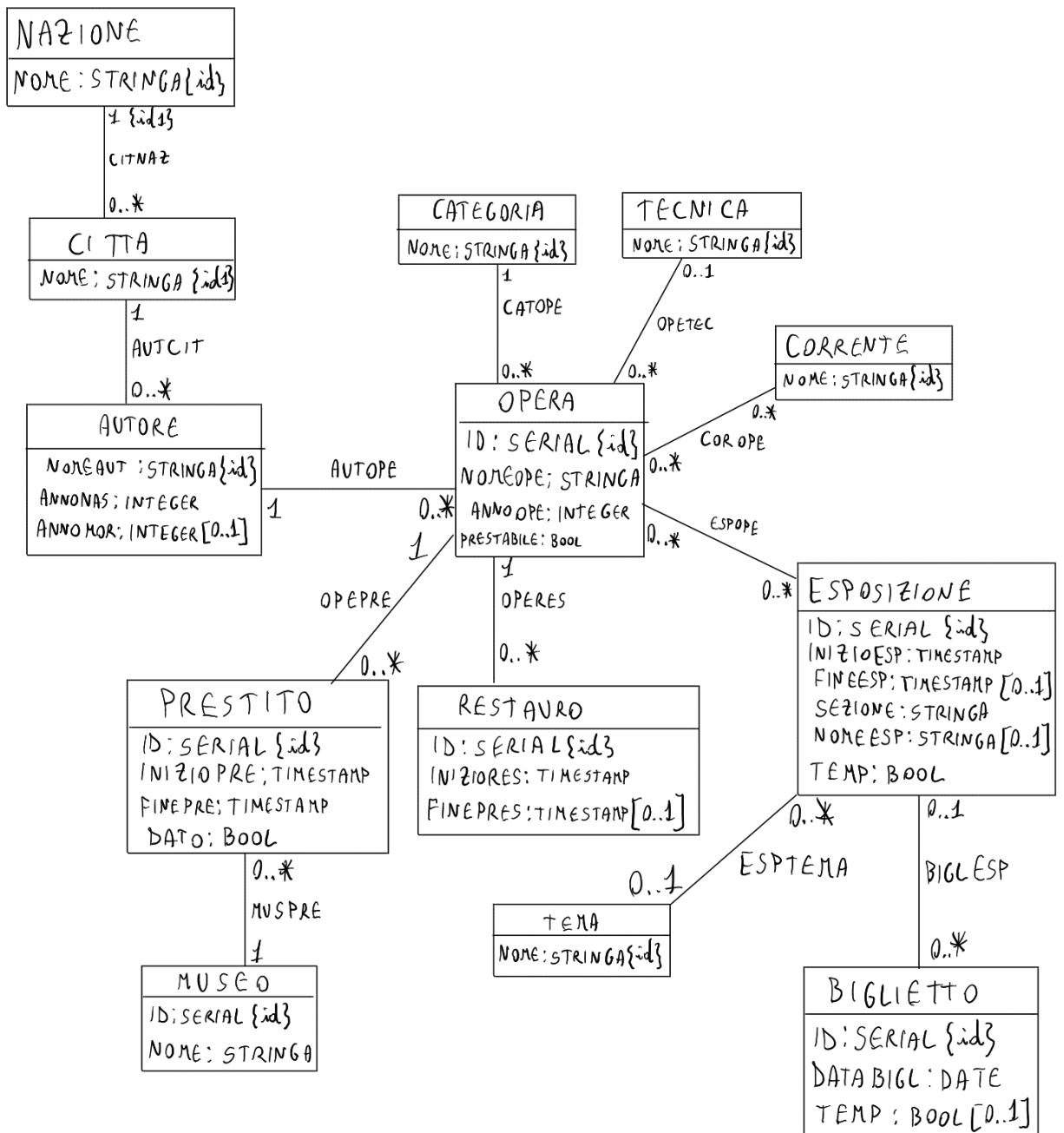
Descrivere brevemente le principali scelte effettuate.

DBMS da utilizzare .... POSTGRESQL.....

Corrispondenza tra tipi di dato concettuali e domini supportati dal DBMS

```
CREATE DOMAIN STRINGA AS VARCHAR NOT NULL;  
CREATE DOMAIN REALGEZ AS REAL CHECK(VALUE>=0);  
CREATE DOMAIN INTGEZ AS INTEGER CHECK(VALUE>=0);
```

## Diagramma UML delle classi ristrutturato



**Breve descrizione delle scelte effettuate durante la ristrutturazione**

FUSIONE SU ESPOSIZIONE

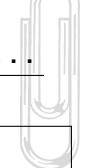
FUSIONE SU BIGLIETTO

FUSIONE SU PRESTITO

**Vincoli esterni introdotti o modificati durante la fase di ristrutturazione**

(si omettano i vincoli esterni la cui formulazione è rimasta identica a seguito della ristrutturazione)

 $\forall V, \text{BIGLIETTO}, \text{ESP} \text{ SOLOTEMP DURANTE}$  $\forall b, e \text{ BIGLESP}(b, e) \rightarrow \text{TEMP}(b, \text{TRUE}) \wedge \text{TEMP}(e, \text{TRUE}) \wedge$  $\exists i, f, d \text{ INIZIOESP}(i, e) \wedge \text{FINEESP}(f, e) \wedge \text{DATABIGL}(d, b) \wedge d > i \wedge d < f$  $\forall V, \text{ESPOSIZIONE}, \text{TEMPINFO}$  $\forall e \text{ ESPOSIZIONE}(e) \wedge \text{TEMP}(e, \text{TRUE}) \rightarrow \exists f, n \text{ NOMEESP}(e, n) \wedge \text{FINEESP}(e, f)$  $\forall V, \text{ESPOSIZIONE}, \text{FINE DOPOLNZIO}$  $\forall e, i, f \text{ ESPOSIZIONE}(e) \wedge \text{INIZIOESP}(e, i) \wedge \text{FINEESP}(e, f) \rightarrow i < f$



**Risposta alla Domanda 6 (segue)**

**Domanda 7 (30 minuti; 60 minuti al massimo)** Proseguire la fase di progettazione logica della base di dati producendo lo schema relazionale della base dati e i relativi vincoli a partire dallo schema UML delle classi ristrutturato.

Una risposta soddisfacente a questa domanda è condizione *necessaria* (ma non sufficiente) per superare la prova.

<b>[1] Relazione</b>	<u>O.P.E.RA.</u> ..... (nome)	Derivante da:	<b>classe</b>	<b>associazione</b> (cerchiare)
----------------------	-------------------------------	---------------	---------------	---------------------------------

Attributi	<u>ID</u>	NOMEOPERA	ANNOOPERA	PRESTABILE	AUTORE	CAT	TEC	*
-----------	-----------	-----------	-----------	------------	--------	-----	-----	---

Domini	SERIAL	STRINGA	INTEGER	BOOL	STRINGA	STRINGA	STRINGA	
--------	--------	---------	---------	------	---------	---------	---------	--

Gli attributi chiave primaria sono sottolineati, quelli i cui valori possono essere NULL sono contrassegnati con \*

Vincoli (foreign key, inclusione, altra chiave, di ennupla, di dominio):

FK(AUTORE) REF AUTORE(NOMEAUT) FK(TEC) REF TECNICA(NOME)

FK(CAT) REF CATEGORIA(NOME)

La relazione accorda le relazioni che implementano le seguenti associazioni: AUTOPERA, CATOPERA, OPERATEC.

<b>[2] Relazione</b>	<u>AUTORE</u> ..... (nome)	Derivante da:	<b>classe</b>	<b>associazione</b> (cerchiare)
----------------------	----------------------------	---------------	---------------	---------------------------------

Attributi	<u>NOMEAUT</u>	ANNONAS	ANNOMOR	*	CITTA	NAZIONE		
-----------	----------------	---------	---------	---	-------	---------	--	--

Domini	STRINGA	INTEGER	INTEGER	STRINGA	STRINGA			
--------	---------	---------	---------	---------	---------	--	--	--

Gli attributi chiave primaria sono sottolineati, quelli i cui valori possono essere NULL sono contrassegnati con \*

Vincoli (foreign key, inclusione, altra chiave, di ennupla, di dominio):

FK(CITTA,NAZIONE) REF CITTA(NOME,NAZIONE) CHECK(ANNONASC ANNO MOR)

La relazione accorda le relazioni che implementano le seguenti associazioni: ...AUTCIT.....

<b>[3] Relazione</b>	<u>CITTA</u> ..... (nome)	Derivante da:	<b>classe</b>	<b>associazione</b> (cerchiare)
----------------------	---------------------------	---------------	---------------	---------------------------------

Attributi	<u>NOME</u>	NAZIONE						
-----------	-------------	---------	--	--	--	--	--	--

Domini	STRINGA	STRINGA						
--------	---------	---------	--	--	--	--	--	--

Gli attributi chiave primaria sono sottolineati, quelli i cui valori possono essere NULL sono contrassegnati con \*

Vincoli (foreign key, inclusione, altra chiave, di ennupla, di dominio):

FK(NAZIONE) REF NAZIONE(NOME)

La relazione accorda le relazioni che implementano le seguenti associazioni: ...CITNAZ.....

<b>[4] Relazione</b>	<u>NAZIONE</u> ..... (nome)	Derivante da:	<b>classe</b>	<b>associazione</b> (cerchiare)
----------------------	-----------------------------	---------------	---------------	---------------------------------

Attributi	<u>NOME</u>							
-----------	-------------	--	--	--	--	--	--	--

Domini	STRINGA							
--------	---------	--	--	--	--	--	--	--

Gli attributi chiave primaria sono sottolineati, quelli i cui valori possono essere NULL sono contrassegnati con \*

Vincoli (foreign key, inclusione, altra chiave, di ennupla, di dominio):

La relazione accorda le relazioni che implementano le seguenti associazioni: .....

<b>[5] Relazione</b>	<u>CATEGORIA</u> ..... (nome)	Derivante da:	<b>classe</b>	<b>associazione</b> (cerchiare)
----------------------	-------------------------------	---------------	---------------	---------------------------------

Attributi	<u>NOME</u>							
-----------	-------------	--	--	--	--	--	--	--

Domini	STRINGA							
--------	---------	--	--	--	--	--	--	--

Gli attributi chiave primaria sono sottolineati, quelli i cui valori possono essere NULL sono contrassegnati con \*

Vincoli (foreign key, inclusione, altra chiave, di ennupla, di dominio):

La relazione accorda le relazioni che implementano le seguenti associazioni: .....

<b>6 Relazione .T.E.C.N.ICA....</b> (nome)	Derivante da: <b>classe</b>   <b>associazione</b> (cerchiare)
Attributi   <u>NOME</u>	
Domini   STRINGA	

Gli attributi chiave primaria sono sottolineati, quelli i cui valori possono essere NULL sono contrassegnati con \*

Vincoli (foreign key, inclusione, altra chiave, di ennupla, di dominio):

La relazione accorda le relazioni che implementano le seguenti associazioni: .....

<b>7 Relazione .C.O.R.R.E.N.T.E..</b> (nome)	Derivante da: <b>classe</b>   <b>associazione</b> (cerchiare)
Attributi   <u>NOME</u>	
Domini   STRINGA	

Gli attributi chiave primaria sono sottolineati, quelli i cui valori possono essere NULL sono contrassegnati con \*

Vincoli (foreign key, inclusione, altra chiave, di ennupla, di dominio):

La relazione accorda le relazioni che implementano le seguenti associazioni: .....

<b>8 Relazione ...COR.OP.E....</b> (nome)	Derivante da: <b>classe</b>   <b>associazione</b> (cerchiare)
Attributi   <u>OPERA</u>   CORRENTE	
Domini   INTEGER   STRINGA	

Gli attributi chiave primaria sono sottolineati, quelli i cui valori possono essere NULL sono contrassegnati con \*

Vincoli (foreign key, inclusione, altra chiave, di ennupla, di dominio):

FK (OPERA) REF OPERA (ID)

FK (CORRENTE) REF CORRENTE (NOME)

La relazione accorda le relazioni che implementano le seguenti associazioni: .....

<b>9 Relazione .R.E.S.T.A.V.R.O..</b> (nome)	Derivante da: <b>classe</b>   <b>associazione</b> (cerchiare)
Attributi   <u>ID</u>   INIZIOPRES   FINIPRES   OPERA	
Domini   SERIAL   TIMESTAMP   TIMESTAMP   INTEGER	

Gli attributi chiave primaria sono sottolineati, quelli i cui valori possono essere NULL sono contrassegnati con \*

Vincoli (foreign key, inclusione, altra chiave, di ennupla, di dominio):

FK (OPERA) REF OPERA (ID) CHECK (INIZIOPRES < FINIPRES)

La relazione accorda le relazioni che implementano le seguenti associazioni: ...OPERES.....

<b>10 Relazione .P.R.E.S.T.I.T.O..</b> (nome)	Derivante da: <b>classe</b>   <b>associazione</b> (cerchiare)
Attributi   <u>ID</u>   INIZIOPRE   FINEPRE   DATO   OPERA   MUSEO	
Domini   SERIAL   TIMESTAMP   TIMESTAMP   BOOL   INTEGER   INTEGER	

Gli attributi chiave primaria sono sottolineati, quelli i cui valori possono essere NULL sono contrassegnati con \*

Vincoli (foreign key, inclusione, altra chiave, di ennupla, di dominio):

FK (OPERA) REF OPERA (ID) CHECK (INIZIOPRE < FINEPRE)

FK (MUSEO) REF MUSEO (ID)

La relazione accorda le relazioni che implementano le seguenti associazioni: ....OPEPRE, MUSPRE.....

<b>11 Relazione ...MUSEO..... (nome)</b>	Derivante da: <b>classe   associazione</b> (cerchiare)
Attributi   <u>ID</u>   NOME	
Domini   SERIAL   STRINGA	

Gli attributi chiave primaria sono sottolineati, quelli i cui valori possono essere NULL sono contrassegnati con \*

Vincoli (foreign key, inclusione, altra chiave, di ennupla, di dominio):

La relazione accorda le relazioni che implementano le seguenti associazioni: .....

<b>12 Relazione ...ESPOSIZIONE. (nome)</b>	Derivante da: <b>classe   associazione</b> (cerchiare)
Attributi   <u>ID</u>   INIZIOESP   FINEESP *   SEZIONE   NOMEESP *   TEMP   TEMA	
Domini   SERIAL   TIMESTAMP   TIMESTAMP   STRINGA   STRINGA   BOOL   STRINGA	

Gli attributi chiave primaria sono sottolineati, quelli i cui valori possono essere NULL sono contrassegnati con \*

Vincoli (foreign key, inclusione, altra chiave, di ennupla, di dominio):

FK(TEMA) REF TEMA(NOME) CHECK((TEMP IS NULL) = (FINEESP IS NULL)) AND

(CHECK(INIZIOESP < FINEESP) (TEMP IS NULL) = (NOMEESP IS NULL))

La relazione accorda le relazioni che implementano le seguenti associazioni: ...ESP.TEMA.....

<b>13 Relazione ...ESP.OPER... (nome)</b>	Derivante da: <b>classe   associazione</b> (cerchiare)
Attributi   <u>ESP</u>   OPERA	
Domini   INTEGER   INTEGER	

Gli attributi chiave primaria sono sottolineati, quelli i cui valori possono essere NULL sono contrassegnati con \*

Vincoli (foreign key, inclusione, altra chiave, di ennupla, di dominio):

FK(ESP) REF ESPOSIZIONE(ID)

FK(OPERA) REF OPERA(ID)

La relazione accorda le relazioni che implementano le seguenti associazioni: .....

<b>14 Relazione .BIGLIETTO. (nome)</b>	Derivante da: <b>classe   associazione</b> (cerchiare)
Attributi   <u>ID</u>   DATA   TEMP *   ESPTEMP *	
Domini   SERIAL   DATE   BOOL   INTEGER	

Gli attributi chiave primaria sono sottolineati, quelli i cui valori possono essere NULL sono contrassegnati con \*

Vincoli (foreign key, inclusione, altra chiave, di ennupla, di dominio):

FK(ESPTEMP) REF ESPOSIZIONE(ID) CHECK((TEMP IS NULL) = (ESPTEMP IS NULL))

La relazione accorda le relazioni che implementano le seguenti associazioni: ...BIGL.ESP.....

<b>15 Relazione ..... (nome)</b>	Derivante da: <b>classe   associazione</b> (cerchiare)
Attributi	
Domini	

Gli attributi chiave primaria sono sottolineati, quelli i cui valori possono essere NULL sono contrassegnati con \*

Vincoli (foreign key, inclusione, altra chiave, di ennupla, di dominio):

La relazione accorda le relazioni che implementano le seguenti associazioni: .....

<b>16</b>	<b>Relazione</b> ..... (nome)	Derivante da: <b>classe   associazione</b> (cerchiare)
Attributi		
Domini		

Gli attributi chiave primaria sono sottolineati, quelli i cui valori possono essere NULL sono contrassegnati con \*

Vincoli (foreign key, inclusione, altra chiave, di ennupla, di dominio):

La relazione accorda le relazioni che implementano le seguenti associazioni: .....

<b>17</b>	<b>Relazione</b> ..... (nome)	Derivante da: <b>classe   associazione</b> (cerchiare)
Attributi		
Domini		

Gli attributi chiave primaria sono sottolineati, quelli i cui valori possono essere NULL sono contrassegnati con \*

Vincoli (foreign key, inclusione, altra chiave, di ennupla, di dominio):

La relazione accorda le relazioni che implementano le seguenti associazioni: .....

<b>18</b>	<b>Relazione</b> ..... (nome)	Derivante da: <b>classe   associazione</b> (cerchiare)
Attributi		
Domini		

Gli attributi chiave primaria sono sottolineati, quelli i cui valori possono essere NULL sono contrassegnati con \*

Vincoli (foreign key, inclusione, altra chiave, di ennupla, di dominio):

La relazione accorda le relazioni che implementano le seguenti associazioni: .....

<b>19</b>	<b>Relazione</b> ..... (nome)	Derivante da: <b>classe   associazione</b> (cerchiare)
Attributi		
Domini		

Gli attributi chiave primaria sono sottolineati, quelli i cui valori possono essere NULL sono contrassegnati con \*

Vincoli (foreign key, inclusione, altra chiave, di ennupla, di dominio):

La relazione accorda le relazioni che implementano le seguenti associazioni: .....

<b>20</b>	<b>Relazione</b> ..... (nome)	Derivante da: <b>classe   associazione</b> (cerchiare)
Attributi		
Domini		

Gli attributi chiave primaria sono sottolineati, quelli i cui valori possono essere NULL sono contrassegnati con \*

Vincoli (foreign key, inclusione, altra chiave, di ennupla, di dominio):

La relazione accorda le relazioni che implementano le seguenti associazioni: .....

**Ulteriori vincoli esterni**

Per ogni ulteriore vincolo esterno (non ancora espresso perché non definibile mediante vincoli di chiave, foreign key, ennupla, dominio, inclusione), progettare un trigger che lo implementi, definendo: (a) gli eventi da intercettare (inserimento, modifica, eliminazione di ennuple); (b) quando intercettare tali eventi (appena prima o subito dopo l'evento intercettato); (c) la relativa funzione in pseudo-codice con SQL immerso che implementa il controllo del vincolo.

**T. AUTORE. OPERA IN VITA**

- INSERT OR UPDATE OPERA

ERROR = EXIST (SELECT \* FROM AUTORE  
 WHERE (ANNO\_NAS > NEW\_ANNO\_OPE OR ANNO\_MOR < NEW\_ANNO\_OPE)  
 AND NOME = NEW\_AUTORE)

IF ERROR; ERRORE

ELSE; COMMIT

**T. PRESTITO. DISGIUNTI**

- INSERT OR UPDATE PRESTITO

VALID = NOT EXIST (SELECT \* FROM PRESTITO  
 WHERE ID <> NEW\_ID AND OPERA = NEW\_OPERA AND  
 (INIZIO\_PRE, FINE\_PRE) OVERLAPS (NEW\_INIZIO\_PRE, NEW\_FINE\_PRE))

IF VALID; COMMIT

ELSE; ERRORE

**T. RESTAURO. DISGIUNTI**

- INSERT OR UPDATE RESTAURO

VALID = NOT EXIST (SELECT \* FROM RESTAURO  
 WHERE ID <> NEW\_ID AND OPERA = NEW\_OPERA AND  
 (INIZIO\_RES, FINE\_RES) OVERLAPS (NEW\_INIZIO\_RES, NEW\_FINE\_RES))

IF VALID; COMMIT

ELSE; ERRORE

**Risposta alla Domanda 7 (segue)**

T. ESPOSIZIONE, DOPO ANNO OPERA

- INSERT OR UPDATE ESP OPE

VALID = EXIST (SELECT \* FROM ESPOSIZIONE o, OPERA o  
WHERE o.ID = NEW.OPERID AND o.ID = NEW.ESP AND  
EXTRACT(YEAR FROM e.INIZIOESP) >= o.ANNO OPE)

IF VALID: COMMIT

ELSE: ERRORE

T. BIGLIETTO, ESP SOLO TEMP DURANTE

- INSERT OR UPDATE BIGLIETTO

ERROR = EXIST (SELECT \* FROM ESPOSIZIONE  
WHERE NEW.ESP = ID AND (e.TEMP = FALSE OR  
NEW.DATABIGL > e.FINEESP OR NEW.DATABIGL < e.INIZIOESP))

IF ERROR: ERRORE

ELSE: COMMIT

T. OPERA, NO PRESTITO DURANTE RESTAURO

- INSERT OR UPDATE PRESTITO OR RESTAURO

ERROR = EXIST (SELECT \* FROM RESTAURO r, PRESTITO p  
WHERE r.OPERA = p.OPERA AND p.OPERA = NEW.OPERA  
AND (r.INIZIRES, r.FINERES) OVERLAPS (p.INIZIOPRE, p.FINEPRE))

IF ERROR: ERRORE

ELSE: COMMIT

CONTINUA A MINUTE 2,3

**Domanda 8 (30 minuti; 45 minuti al massimo)** Proseguire la fase di progettazione dell'applicazione producendo le specifiche realizzative delle operazioni di classe e/o use-case definite per modellare i requisiti contrassegnati dalla barra laterale della specifica dei requisiti.

In particolare, per ogni operazione definire la segnatura, in termini di nome dell'operazione, nomi e dominio SQL degli argomenti, dominio SQL dell'eventuale valore di ritorno, e un algoritmo in pseudo-codice con SQL immerso che verifichi le precondizioni e garantisca il raggiungimento delle postcondizioni definite in fase di Analisi. Specificare, per ogni operazione, se debba essere implementata nel DBMS o nel *back-end*.

Una risposta soddisfacente a questa domanda è condizione *necessaria* (ma non sufficiente) per superare la prova.

### Risposta

BIGL DATA( $d$ : DATE): INTEGER [3]

$R = \text{WITH BF AS}(\text{SELECT * FROM BIGLIETTO WHERE TEMP=NULL}),$   
 $\text{BP AS}(\text{SELECT * FROM BIGLIETTO WHERE TEMP=FALSE}),$   
 $\text{BT AS}(\text{SELECT * FROM BIGLIETTO WHERE TEMP=TRUE})$

$\text{SELECT COUNT(DISTINCT BF.ID)}, \text{COUNT(DISTINCT BP.ID)}, \text{COUNT(DISTINCT BT.ID)}$   
 $\text{FROM BF, BP, BT}$

RETURN R

BIGL MEDIA( $i$ : DATE,  $f$ : DATE): REAL GET

ERROR =  $i > f$

$R = \text{SELECT COUNT(ID) / } i - f \text{ FROM BIGLIETTO}$   
 $\text{WHERE DATABIGL} \geq i \text{ AND DATABIGL} \leq f$

RETURN R

ESP TEMP POPOLARE( $i$ : DATE,  $f$ : DATE): INTEGER [0..\*]

ERROR =  $i > f$

$R = \text{WITH E AS}(\text{SELECT e.ID, COUNT(b.ID) C FROM ESPOSIZIONE e, BIGLIETTO b}$   
 $\text{WHERE b.DATABIGL} \geq i \text{ AND b.DATABIGL} \leq f \text{ AND}$   
 $b.DATABIGL} \geq e.\text{INIZIOESP} \text{ AND b.DATABIGL} \leq e.\text{FINEESP} \text{ AND}$   
 $(b.TEMP IS NULL OR b.TEMP=TRUE AND b.ESP=e.ID)}$   
 $\text{GROUP BY e.ID})$

$\text{SELECT ID FROM E}$

$\text{WHERE C} = (\text{SELECT MAX(C) FROM E})$

RETURN R

**Risposta alla Domanda 8 (segue)**

**RESOCONTO CORRENTI** ( $i$ ; INTEGER,  $f$ ; INTEGER): (STRINGA, INTEGER)[0..\*]  
 ERROR:  $i > f$

$R = \text{SELECT CO.CORRENTE, COUNT(DISTINCT O.AUTORE) FROM COROPERA CO, OPERA O WHERE CO.OPERA = O.ID AND O.ANNOOPERA} \geq i \text{ AND O.ANNOOPERA} \leq f \text{ GROUP BY CO.CORRENTE}$   
 $\text{RETURN } R$

**NORESTARTISTA** ( $\alpha$ ; STRINGA,  $i$ ; DATE,  $f$ ; DATE); INTEGER[0..\*]  
 ERROR:  $i > f$

$R = (\text{SELECT ID FROM OPERA WHERE AUTORE} = \alpha)$   
 $\text{EXCEPT}$   
 $(\text{SELECT O.ID FROM OPERA O, RESTAVROM M WHERE O.AUTORE} = \alpha \text{ AND M.OPERA} = O.ID \text{ AND}$   
 $(i, f) \text{ OVERLAPS (EXTRACT(DATE FROM M.INIZIRES), EXTRACT(DATE FROM M.FINERES))})$   
 $\text{RETURN } R$

CONTINUA MINUTE 1

Tempo totale stimato per svolgere questa prova: 180 minuti (tempo totale concesso: 300 minuti).  
 [Spazio per minute. Questa pagina non sarà valutata a meno che non sia puntata da pagine precedenti.]

OPEREREST VECCHIE(): (INTEGER, DATE)[0..\*]

$R :=$  WITH  $\sigma$  AS ((SELECT  $\sigma$ .ID, EXTRACT(DATE FROM  $M$ .INIZIORES)  $d$   
 FROM OPERA  $\sigma$ , RESTAVRO  $r$ , ESPOPE  $er$ , ESPOSIZIONE  $e$   
 WHERE  $M$ .OPERA =  $\sigma$ .ID AND  $er$ .OPERA =  $\sigma$ .ID AND  $er$ .ESP =  $e$ .ID AND  
 $M$ .INIZIORES < NOW() AND  $r$ .FINERES ISNULL AND  $e$ .INIZIOESP <  $M$ .INIZIORES AND  
 $e$ .TEMP = FALSE)  
 UNION  
 (SELECT  $\sigma$ .ID, EXTRACT(DATE FROM  $e$ .FINEESP)  $d$   
 FROM OPERA  $\sigma$ , RESTAVRO  $r$ , ESPOPE  $er$ , ESPOSIZIONE  $e$   
 WHERE  $M$ .OPERA =  $\sigma$ .ID AND  $er$ .OPERA =  $\sigma$ .ID AND  $er$ .ESP =  $e$ .ID AND  
 $M$ .INIZIORES < NOW() AND  $r$ .FINERES ISNULL AND  $e$ .INIZIOESP <  $M$ .INIZIORES AND  
 $e$ .TEMP = TRUE AND  
 $e$ .FINEESP = (SELECT MAX( $e$ .FINEESP) FROM ESPOSIZIONE  $e$ , ESPOPE  $er$   
 WHERE  $er$ .ESP =  $e$ .ID AND  $er$ .OPERA =  $\sigma$ .ID))  
 SELECT \* FROM  $\sigma$   
 WHERE  $d =$  (SELECT MIN( $d$ ) FROM  $\sigma$ )

RETURN R

[Spazio per minute. Questa pagina non sarà valutata a meno che non sia puntata da pagine precedenti.]

T, OPERA, NOESPTEMP DURANTE RESTAURO

- INSERT OR UPDATE ESPOPE OR RESTAURO

ERROR = EXIST (SELECT \* FROM ESPOPE e<sub>0</sub>, PRESTITO p, ESPOSIZIONE e  
WHERE e<sub>0</sub>.OPERA = p.OPERA AND p.OPERA = NEW.OPERA AND  
e.ID = e<sub>0</sub>.ESP AND e.TEMP = TRUE AND  
AND (e.INIZIOESP, e.FINEESP) OVERLAPS (p.INIZIOPRE, p.FINEPRE))

IF ERROR; ERRORE

ELSE; COMMIT

---

T, OPERA, NOESPTEMP DURANTE PRESTITO DATO

- INSERT OR UPDATE ESPOPE OR PRESTITO

ERROR = EXIST (SELECT \* FROM ESPOPE e<sub>0</sub>, PRESTITO p, ESPOSIZIONE e  
WHERE e<sub>0</sub>.OPERA = p.OPERA AND p.OPERA = NEW.OPERA AND  
e.ID = e<sub>0</sub>.ESP AND e.TEMP = TRUE AND p.DATO = TRUE  
AND (e.INIZIOESP, e.FINEESP) OVERLAPS (p.INIZIOPRE, p.FINEPRE))

IF ERROR; ERRORE

ELSE; COMMIT

---

T, PRESTITO, SE PRESTABILE DOPO ANNOOPERA

- INSERT OR UPDATE PRESTITO

VALID = EXIST (SELECT \* FROM OPERA  
WHERE ID = NEW.OPERA AND PRESTABILE = TRUE  
AND ANNOOPERA <= EXTRACT(YEAR FROM NEW.INIZIOPRE))

IF VALID; COMMIT

ELSE; ERRORE

---

T, RESTAURO, DOPO ANNOOPERA

- INSERT OR UPDATE PRESTITO

VALID = EXISTS (SELECT \* FROM OPERA  
WHERE ID = NEW.OPERA AND  
ANNOOPERA <= EXTRACT(YEAR FROM NEW.INIZIOPRE))

IF VALID; COMMIT

ELSE; ERRORE

[Spazio per minute. Questa pagina non sarà valutata a meno che non sia puntata da pagine precedenti.]

## T. ESPOSIZIONE. DISGIUNTE

- INSERT OR UPDATE ESPOPE

VALID = NOT EXIST ( WITH ESP AS (SELECT \* FROM ESPOSIZIONE  
WHERE ID = NEW.ESP)

SELECT \* FROM ESPOPE e0, ESPOSIZIONE e1, ESP

WHERE e0.ESP = e1.ID AND e1.ID <> NEW.ESP AND

e0.OPERA = NEW.OPERA AND

(e1.INIZIOESP, e1.FINEESP) OVERLAPS (ESP.INIZIOESP, ESP.FINEESP))

IF VALID, COMMIT

ELSE, ERRORE