

## Requisiti

Il progetto prevede la realizzazione della base di dati per la gestione di una rete autostradale. Per prima cosa è necessario quindi codificare la struttura della rete autostradale da gestire all'interno del database.

A questo scopo, possiamo adottare la seguente struttura semplificata: ogni autostrada ha un nome (es. "A24"), una lunghezza totale e un numero di corsie.

Su ogni autostrada dovremo poi memorizzare la posizione (espressa in chilometri a partire dall'origine dell'autostrada stessa) di una serie di "punti" notevoli, che sono i caselli, gli svincoli (tra un'autostrada e l'altra, senza casello nel mezzo), le piazzole di emergenza e le colonnine SOS, le aree di servizio, le zone di servizio (usate dal personale della società per le operazioni di manutenzione) e i tabelloni programmabili con indicazioni per il traffico.

In particolare, per ogni casello vogliamo sapere il nome (es. "L'Aquila Ovest"), una lista di località importanti che possono essere raggiunte uscendo dal quel casello, specificandone la distanza dal casello stesso (es. L'Aquila 1 km, Teramo 40 km, ...), le modalità di pagamento ammesse (es. Telepass, Viacard, contanti, carta di credito, ...), l'eventuale presenza di un servizio di assistenza ai clienti e una stima del numero di veicoli all'ora che il casello è in grado di sostenere.

Per quel che riguarda il pagamento dei pedaggi, vogliamo conoscere le tariffe applicate a chilometro per ogni classe di veicolo (le classi sono determinate in base alla massa del veicolo, al numero di assi ecc.) su ogni autostrada.

Le tariffe, ovviamente, sono le stesse per tutti i caselli della stessa autostrada.

Inoltre, per gestire i pagamenti telepass, avremo bisogno di un archivio di tutti i clienti abbonati a tale servizio (completi delle loro informazioni anagrafiche e del numero di carta di credito su cui addebitare i pedaggi), e conserveremo uno storico di tutti i movimenti (ora e casello di entrata, ora e casello di uscita) effettuati da ciascun cliente sulla nostra rete.

Ciascun casello, infine, mantiene uno storico (con data e ora) dei veicoli (identificati solo con la loro classe, a meno che non si tratti di clienti telepass, nel qual caso l'identificazione del veicolo è completa) che lo hanno percorso, in entrata e in uscita; nel caso di veicoli in uscita viene anche registrato il casello di provenienza.

Per le aree di servizio presenti sulle nostre strade vogliamo conoscere il gestore (es. "Agip") e i servizi offerti (ad esempio se è disponibile anche un meccanico, oppure un mezzo per i trasporti di emergenza, ecc.).

Per ciascun tabellone luminoso programmabile desideriamo invece conoscere la capacità in caratteri del display, nonché uno storico di tutti i messaggi visualizzati, con testo e periodo di attivazione.

Infine, di ciascuna colonnina SOS vogliamo sapere lo stato di attivazione (operativa o fuori servizio) e le statistiche d'uso (usando uno storico delle chiamate da ciascuna colonnina, deve essere possibile capire quali sono le aree "critiche").

Il gestore della rete dirama quando necessario una serie di avvisi riguardanti, ad esempio, condizioni meteorologiche avverse, incidenti, code ecc.

Questi avvisi, caratterizzati da una descrizione testuale e localizzati indicando l'autostrada di competenza, l'intervallo di chilometri a cui si applicano (es. "neve sulla A24 dal km 1 al km 100") e il periodo di validità, dovranno essere tutti inseriti nella base di dati.

La base di dati dovrà infine contenere anche le informazioni riguardanti gli interventi di manutenzione e i relativi cantieri aperti sulla nostra rete.

Ogni cantiere verrà localizzato indicando l'intervallo di chilometri che interessa, il periodo in cui rimarrà aperto e il tipo di intervento da effettuare.

Le operazioni previste sulla base di dati sono:

1. Per ogni entità notevole (caselli, clienti, autostrade, ecc.) individuata, fornire gli statement di inserimento/modifica/eliminazione delle informazioni corrispondenti.
2. Data un'autostrada e una posizione su di essa espressa in km (a partire dall'origine), individuare:
  - a. Il successivo casello (nome e distanza da percorrere per raggiungerlo).

- b. La successiva area di servizio (gestore e distanza da percorrere per raggiungerla).
- 3. Data un'autostrada e una posizione su di essa espressa in km, nonché un'autonomia di viaggio (cioè il numero massimo di km che è possibile percorrere a partire dal punto attuale) individuare:
  - a. L'ultimo distributore disponibile per fare rifornimento prima che l'autonomia si esaurisca.
  - b. (Opzionale) Le principali località raggiungibili.
- 4. Classificare i punti delle nostre autostrade in cui si verificano più richieste di soccorso (tramite le colonnine SOS).
- 5. Dato un casello di entrata e uno di uscita sulla stessa autostrada calcolare il pedaggio dovuto per un veicolo di una particolare classe.
- 6. Dato un casello di entrata e uno di uscita situato su autostrade diverse, verificare se esiste uno svincolo tra le due autostrade (dopo il casello di entrata e prima di quello di uscita, naturalmente) e calcolare il pedaggio composto, considerando i km percorsi su un'autostrada e sull'altra.
- 7. Dato un cliente telepass, calcolare il suo estratto conto mensile, che riporta tutti i viaggi in autostrada che ha effettuato nel mese (coppie casello di entrata - casello di uscita) e il relativo pedaggio (è possibile realizzare una versione semplice di questa query, che considera solo percorsi sulla stessa autostrada, oppure una più avanzata, che considera anche eventualmente i percorsi che coprono autostrade diverse, come descritto nella query precedente).
- 8. Dato un casello, verificare qual è la provenienza più comune dei veicoli che escono da esso (usando lo storico delle uscite del casello).
- 9. Dato un casello, verificare in quali giorni il numero totale di veicoli in transito (calcolato dallo storico) ha superato la capacità massima del casello stesso.
- 10. Dato un avviso, cercare tutti i tabelloni luminosi su cui dovrebbe essere pubblicato (cioè che si trovano all'interno dell'area interessata dall'avviso).
- 11. Individuare l'autostrada correntemente interessata dal maggior numero di cantieri.
- 12. Individuare l'autostrada interessata dal maggior numero di cantieri negli ultimi cinque anni.
- 13. Dato un punto di un'autostrada, individuare tutti gli avvisi che lo riguardano, per inviarli ai navigatori dei veicoli che ne fanno richiesta (consideriamo gli avvisi la cui area di interesse comprende il punto dato o qualche punto che si trova al più a 5 km di distanza da esso).

E' possibile inserire procedure di gestione aggiuntive che si ritengono utili.

Ci sono indubbiamente molti vincoli che possono essere applicati ai contenuti di questa base di dati. Ad esempio, un cliente non può tentare di uscire da un casello che si trova nella direzione opposta rispetto al casello di entrata (com'è noto le inversioni di marcia sono vietate in autostrada...).

## analisi dei requisiti

### individuazione dei concetti rilevanti

Il progetto prevede la realizzazione della base di dati per la gestione di una **rete autostradale**. Per prima cosa è necessario quindi codificare la **struttura** della rete autostradale da gestire all'interno del database.

A questo scopo, possiamo adottare la seguente struttura semplificata: ogni **autostrada** ha un nome (es. "A24"), una lunghezza totale e un numero di corsie.

Su ogni autostrada dovremo poi memorizzare la posizione (espressa in chilometri a partire dall'origine dell'autostrada stessa) di una serie di **"punti" notevoli**, che sono i **caselli**, gli **svincoli** (tra un'autostrada e l'altra, senza casello nel mezzo), le **piazzole di emergenza** e le **colonnine SOS**, le **aree di servizio**, le **zone di servizio** (usate dal personale della società per le operazioni di manutenzione) e i **tabelloni programmabili** con indicazioni per il traffico.

In particolare, per ogni **casello** vogliamo sapere il nome (es. "L'Aquila Ovest"), una lista di località importanti che possono essere raggiunte uscendo dal quel casello, specificandone la distanza dal casello stesso (es. L'Aquila 1 km, Teramo 40 km, ...), le modalità di pagamento ammesse (es. Telepass, Viacard, contanti, carta di credito, ...), l'eventuale presenza di un servizio di assistenza ai clienti e una stima del numero di veicoli all'ora che il casello è in grado di sostenere.

Per quel che riguarda il pagamento dei **pedaggi**, vogliamo conoscere le **tariffe** applicate a chilometro per ogni **classe di veicolo** (le classi sono determinate in base alla massa del veicolo, al numero di assi ecc.) su ogni autostrada.

Le tariffe, ovviamente, sono le stesse per tutti i caselli della stessa autostrada.

Inoltre, per gestire i pagamenti telepass, avremo bisogno di un archivio di tutti i **clienti** abbonati a tale servizio (completi delle loro informazioni anagrafiche e del numero di carta di credito su cui addebitare i pedaggi), e conserveremo uno **storico** di tutti i **movimenti** (ora e casello di entrata, ora e casello di uscita) effettuati da ciascun cliente sulla nostra rete.

Ciascun casello, infine, mantiene uno storico (con data e ora) dei **veicoli** (identificati solo con la loro classe, a meno che non si tratti di clienti telepass, nel qual caso l'identificazione del veicolo è completa) che lo hanno percorso, in entrata e in uscita; nel caso di veicoli in uscita viene anche registrato il casello di provenienza.

Per le **aree di servizio** presenti sulle nostre strade vogliamo conoscere il **gestore** (es. "Agip") e i **servizi** offerti (ad esempio se è disponibile anche un meccanico, oppure un mezzo per i trasporti di emergenza, ecc.).

Per ciascun **tabellone luminoso** programmabile desideriamo invece conoscere la capacità in caratteri del display, nonché uno **storico** di tutti i **messaggi** visualizzati, con testo e periodo di attivazione.

Infine, di ciascuna **colonnina SOS** vogliamo sapere lo stato di attivazione (operativa o fuori servizio) e le statistiche d'uso (usando uno **storico** delle **chiamate** da ciascuna colonnina, deve essere possibile capire quali sono le **aree "critiche"**).

Il gestore della rete dirama quando necessario una serie di **avvisi** riguardanti, ad esempio, condizioni meteorologiche avverse, incidenti, code ecc.

Questi avvisi, caratterizzati da una descrizione testuale e localizzati indicando l'autostrada di competenza, l'intervallo di chilometri a cui si applicano (es. "neve sulla A24 dal km 1 al km 100") e il periodo di validità, dovranno essere tutti inseriti nella base di dati.

La base di dati dovrà infine contenere anche le informazioni riguardanti gli **interventi di manutenzione** e i relativi cantieri aperti sulla nostra rete.

Ogni **cantiere** verrà localizzato indicando l'intervallo di chilometri che interessa, il periodo in cui rimarrà aperto e il tipo di intervento da effettuare.

Le operazioni previste sulla base di dati sono:

1. Per ogni entità notevole (caselli, clienti, autostrade, ecc.) individuata, fornire gli statement di inserimento/modifica/eliminazione delle informazioni corrispondenti.

2. Data un'autostrada e una posizione su di essa espressa in km (a partire dall'origine), individuare:
  - a. Il successivo casello (nome e distanza da percorrere per raggiungerlo).
  - b. La successiva area di servizio (gestore e distanza da percorrere per raggiungerla).
3. Data un'autostrada e una posizione su di essa espressa in km, nonché un'autonomia di viaggio (cioè il numero massimo di km che è possibile percorrere a partire dal punto attuale) individuare:
  - a. L'ultimo distributore disponibile per fare rifornimento prima che l'autonomia si esaurisca.
  - b. (Opzionale) Le principali località raggiungibili.
4. Classificare i punti delle nostre autostrade in cui si verificano più richieste di soccorso (tramite le colonnine SOS).
5. Dato un casello di entrata e uno di uscita sulla stessa autostrada calcolare il pedaggio dovuto per un veicolo di una particolare classe.
6. Dato un casello di entrata e uno di uscita situato su autostrade diverse, verificare se esiste uno svincolo tra le due autostrade (dopo il casello di entrata e prima di quello di uscita, naturalmente) e calcolare il pedaggio composto, considerando i km percorsi su un'autostrada e sull'altra.
7. Dato un cliente telepass, calcolare il suo estratto conto mensile, che riporta tutti i viaggi in autostrada che ha effettuato nel mese (coppie casello di entrata - casello di uscita) e il relativo pedaggio (è possibile realizzare una versione semplice di questa query, che considera solo percorsi sulla stessa autostrada, oppure una più avanzata, che considera anche eventualmente i percorsi che coprono autostrade diverse, come descritto nella query precedente).
8. Dato un casello, verificare qual è la provenienza più comune dei veicoli che escono da esso (usando lo storico delle uscite del casello).
9. Dato un casello, verificare in quali giorni il numero totale di veicoli in transito (calcolato dallo storico) ha superato la capacità massima del casello stesso.
10. Dato un avviso, cercare tutti i tabelloni luminosi su cui dovrebbe essere pubblicato (cioè che si trovano all'interno dell'area interessata dall'avviso).
11. Individuare l'autostrada correntemente interessata dal maggior numero di cantieri.
12. Individuare l'autostrada interessata dal maggior numero di cantieri negli ultimi cinque anni.
13. Dato un punto di un'autostrada, individuare tutti gli avvisi che lo riguardano, per inviarli ai navigatori dei veicoli che ne fanno richiesta (consideriamo gli avvisi la cui area di interesse comprende il punto dato o qualche punto che si trova al più a 5 km di distanza da esso).

E' possibile inserire procedure di gestione aggiuntive che si ritengono utili.

Ci sono indubbiamente molti vincoli che possono essere applicati ai contenuti di questa base di dati. Ad esempio, un cliente non può tentare di uscire da un casello che si trova nella direzione opposta rispetto al casello di entrata (com'è noto le inversioni di marcia sono vietate in autostrada...).

**NOTE:**

1. i termini “rete autostradale” e “struttura della rete” definiscono l’insieme delle autostrade gestite. Si userà il termine “autostrada” come unico concetto significativo.
2. il termine “punti notevoli” specifica diverse tipologie di oggetti con caratteristiche dettagliate per ciascun tipo.
3. il termine “piazzola di emergenza” è sinonimo di “colonnina SOS”.  
Il termine “aree critiche” non è ulteriormente specificato ma, facendo riferimento all’operazione n.4 può essere definito come sinonimo di “colonnina SOS”.
4. per “pedaggio” si intende il costo di un “transito” calcolato sulla base delle tariffe applicabili in base al tragitto percorso su uno o più tratti autostradali.
5. si considerano i termini “cantiere” e “zona di servizio” sinonimi
6. il concetto di avviso viene ulteriormente chiarito considerando le operazioni 10 e 13, in particolare i termini avviso e messaggio non si considerano sinonimi. Sarà necessario creare un vincolo che definisca gli aggiornamenti dei messaggi sui vari tabelloni coerentemente agli avvisi emessi.
7. il termine storico viene usato in contesti diversi:
  - \* movimento (storico movimenti): pagamento effettuato da un cliente telepass
  - \* transito (storico veicoli): transito autostradale effettuato da un veicolo caratterizzato da una coppia di caselli ingresso/uscita
  - \* messaggio (storico messaggi): indicazione presentata su un tabellone
  - \* chiamata (storico chiamate): richieste di soccorso provenienti da una colonnina SOS

## Glossario dei termini

| termine                  | descrizione   | sinonimi  | collegamenti  |
|--------------------------|---|---|---|
| autostrada<br>NOTA 1     | via di scorrimento veloce                                     | “rete autostradale”,<br>“struttura della rete autostradale” | punto notevole, tariffa   |
| punto notevole<br>NOTA 2 | punto di un’autostrada dove è presente uno specifico servizio |   | casello, svincolo, colonnina SOS, area di servizio, cantiere, tabellone |
| casello                  | punto di ingresso o di uscita                                 |   | transito  |
| svincolo                 | punto di collegamento tra due autostrade                      |   |   |
| colonnina SOS<br>NOTA 3  | punto attrezzato per richiesta di soccorso                    | piazzola di emergenza                                       | chiamata  |
| area di servizio         | punto di sosta  |   |   |
| cantiere<br>NOTA 5       | punto di intervento per manutenzione                          | zona di servizio  |   |
| tabellone                |   | tabellone luminoso, tabellone programmabile                 | messaggio, avviso   |
| tariffa                  | costo chilometrico per classe di veicolo                      |   | autostrada  |
| cliente                  | abbonato al servizio telepass                                 |   | movimento   |
| avviso                   | informazioni utili diramate dal gestore                       |   | tabellone   |
| movimento<br>NOTA 7      | transito e relativo pagamento di un cliente telepass          | storico movimenti   |   |
| transito<br>NOTA 7       | transito di un veicolo sulla rete autostradale                | storico dei veicoli, (viaggio in autostrada)                |   |
| messaggio<br>NOTA 7      | testo visualizzato su un tabellone                            | storico dei messaggi  |   |
| chiamata<br>NOTA 7       | richiesta di soccorso da una colonnina SOS                    | storico delle chiamate                                      |   |

**Table 1: glossario**

## **strutturazione dei requisiti**

### **frasi di carattere generale**

Il progetto prevede la realizzazione della base di dati per la gestione di [una rete autostradale - NOTA 1] un insieme di autostrade.

### **frasi relative a: autostrada**

Per prima cosa è necessario quindi codificare [la struttura della rete autostradale - NOTA 1] ogni autostrada da gestire all'interno del database.

A questo scopo, possiamo adottare la seguente struttura semplificata: ogni autostrada ha un nome (es. "A24"), una lunghezza totale e un numero di corsie.

Su ogni autostrada dovremo poi memorizzare la posizione (espressa in chilometri a partire dall'origine dell'autostrada stessa) di una serie di "punti" notevoli ....

vogliamo conoscere le tariffe applicate ... su ogni autostrada.

### **frasi relative a: punto notevole [NOTA 2]**

Su ogni autostrada dovremo poi memorizzare la posizione (espressa in chilometri a partire dall'origine dell'autostrada stessa) di una serie di "punti" notevoli, che sono: i caselli, gli svincoli (tra un'autostrada e l'altra, senza casello nel mezzo), [le piazzole di emergenza e - NOTA 3] le colonnine SOS, le aree di servizio, [le zone di servizio (usate dal personale della società per le operazioni di manutenzione)] i cantieri e i tabelloni [programmabili] con indicazioni per il traffico.

### **frasi relative a: casello**

Su ogni autostrada dovremo poi memorizzare la posizione (espressa in chilometri a partire dall'origine dell'autostrada stessa) di una serie di "punti" notevoli, che sono: i caselli, ...

In particolare, per ogni casello vogliamo sapere il nome (es. "L'Aquila Ovest"), una lista di località importanti che possono essere raggiunte uscendo dal quel casello, specificandone la distanza dal casello stesso (es. L'Aquila 1 km, Teramo 40 km, ...), le modalità di pagamento ammesse (es. Telepass, Viacard, contanti, carta di credito, ...), l'eventuale presenza di un servizio di assistenza ai clienti e una stima del numero di veicoli all'ora che il casello è in grado di sostenere.

Ciascun casello, infine, mantiene una storico ... dei veicoli ... che lo hanno percorso, in entrata e in uscita; nel caso di veicoli in uscita viene anche registrato il casello di provenienza.

operazione 2: Data un'autostrada e una posizione su di essa espressa in km (a partire dall'origine), individuare:

Il successivo casello (nome e distanza da percorrere per raggiungerlo).

operazione 3: Data un'autostrada e una posizione su di essa espressa in km, nonché un'autonomia di viaggio (cioè il numero massimo di km che è possibile percorrere a partire dal punto attuale) individuare:

(Opzionale) Le principali località raggiungibili.

operazione 5: Dato un casello di entrata e uno di uscita sulla stessa autostrada calcolare il pedaggio dovuto per un veicolo di una particolare classe.

operazione 6: Dato un casello di entrata e uno di uscita situato su autostrade diverse, verificare se esiste uno svincolo tra le due autostrade (dopo il casello di entrata e prima di quello di uscita, naturalmente) e calcolare il pedaggio composto, considerando i km percorsi su un'autostrada e sull'altra.

### **frasi relative a: svincolo**

Su ogni autostrada dovremo poi memorizzare la posizione (espressa in chilometri a partire dall'origine dell'autostrada stessa) di una serie di "punti" notevoli, che sono: gli svincoli (tra un'autostrada e l'altra, senza casello nel mezzo), ...

operazione 6: Dato un casello di entrata e uno di uscita situato su autostrade diverse, verificare se esiste uno svincolo tra le due autostrade (dopo il casello di entrata e prima di quello di uscita, naturalmente) e calcolare il pedaggio composto, considerando i km percorsi su un'autostrada e sull'altra.

### **frasi relative a: colonnina SOS**

Su ogni autostrada dovremo poi memorizzare la posizione (espressa in chilometri a partire dall'origine dell'autostrada stessa) di una serie di "punti" notevoli, che sono: [le piazzole di emergenza e - NOTA 3] le colonnine SOS, ...

per ciascuna colonnina SOS vogliamo sapere lo stato di attivazione (operativa o fuori servizio) e le statistiche d'uso

(usando uno storico delle chiamate da ciascuna colonnina, deve essere possibile capire quali sono le [aree "critiche" - NOTA 3] colonnine SOS dalle quali sono state inoltrate più richieste di soccorso).

operazione 4: Classificare i punti delle nostre autostrade in cui si verificano più richieste di soccorso (tramite le colonnine SOS).

### **frasi relative a: area di servizio**

Su ogni autostrada dovremo poi memorizzare la posizione (espressa in chilometri a partire dall'origine dell'autostrada stessa) di una serie di "punti" notevoli, che sono: le aree di servizio, ...

Per le aree di servizio presenti sulle nostre strade vogliamo conoscere il gestore (es. "Agip") e i servizi offerti (ad esempio se è disponibile anche un meccanico, oppure un mezzo per i trasporti di emergenza, ecc.).

operazione 2: Data un'autostrada e una posizione su di essa espressa in km (a partire dall'origine), individuare:

la successiva area di servizio (gestore e distanza da percorrere per raggiungerla).

operazione 3: Data un'autostrada e una posizione su di essa espressa in km, nonché un'autonomia di viaggio (cioè il numero massimo di km che è possibile percorrere a partire dal punto attuale) individuare:

L'ultimo distributore disponibile per fare rifornimento prima che l'autonomia si esaurisca.



### **frasi relative a: cantiere [NOTA 5]**

Su ogni autostrada dovremo poi memorizzare la posizione (espressa in chilometri a partire dall'origine dell'autostrada stessa) di una serie di "punti" notevoli, che sono: [le zone di servizio (usate dal personale della società per le operazioni di manutenzione) - NOTA 5] i cantieri ...

La base di dati dovrà infine contenere anche le informazioni riguardanti gli interventi di manutenzione e i relativi cantieri aperti sulla nostra rete. Ogni cantiere verrà localizzato indicando l'intervallo di chilometri che interessa, il periodo in cui rimarrà aperto e il tipo di intervento da effettuare.

operazione 11: Individuare l'autostrada correntemente interessata dal maggior numero di cantieri.

operazione 12: Individuare l'autostrada interessata dal maggior numero di cantieri negli ultimi cinque anni.

### **frasi relative a: tabellone**

Su ogni autostrada dovremo poi memorizzare la posizione (espressa in chilometri a partire dall'origine dell'autostrada stessa) di una serie di "punti" notevoli, che sono: i tabelloni [programmabili] con indicazioni per il traffico ...

Per ciascun tabellone luminoso programmabile desideriamo conoscere la capacità in caratteri del display,

nonché uno storico di tutti i messaggi visualizzati, con testo e periodo di attivazione.

### **frasi relative a: tariffa**

Per quel che riguarda il pagamento dei pedaggi [NOTA 4], vogliamo conoscere le tariffe applicate a chilometro per ogni classe di veicolo (le classi sono determinate in base alla massa del veicolo, al numero di assi ecc.) su ogni autostrada.

Le tariffe, ovviamente, sono le stesse per tutti i caselli della stessa autostrada.

### **frasi relative a: cliente**

Per gestire i pagamenti telepass, avremo bisogno di un archivio di tutti i clienti abbonati a tale servizio (completi delle loro informazioni anagrafiche e del numero di carta di credito su cui addebitare i pedaggi),

e conserveremo uno storico di tutti i movimenti (ora e casello di entrata, ora e casello di uscita) effettuati da ciascun cliente sulla nostra rete.

### **frasi relative a: avviso [NOTA 6]**

Il gestore della rete dirama quando necessario una serie di avvisi riguardanti, ad esempio, condizioni meteorologiche avverse, incidenti, code ecc.

Questi avvisi, caratterizzati da una descrizione testuale e localizzati indicando l'autostrada di competenza, l'intervallo di chilometri a cui si applicano (es. "neve sulla A24 dal km 1 al km 100") e il periodo di validità, dovranno essere tutti inseriti nella base di dati.

operazione 10: Dato un avviso, cercare tutti i tabelloni [luminosi] su cui dovrebbe essere pubblicato (cioè che si trovano all'interno dell'area interessata dall'avviso).

operazione 13: Dato un punto di un'autostrada, individuare tutti gli avvisi che lo riguardano, per inviarli ai navigatori dei veicoli che ne fanno richiesta (consideriamo gli avvisi la cui area di interesse comprende il punto dato o qualche punto che si trova al più a 5 km di distanza da esso).

### **frasi relative a: movimento**

conserveremo [uno storico di - NOTA 7] tutti i movimenti (ora e casello di entrata, ora e casello di uscita) effettuati da ciascun cliente sulla nostra rete.

operazione 7: Dato un cliente telepass, calcolare il suo estratto conto mensile, che riporta tutti i [viaggi] transiti in autostrada che ha effettuato nel mese (coppie casello di entrata - casello di uscita) e il relativo pedaggio (è possibile realizzare una versione semplice di questa query, che considera solo percorsi sulla stessa autostrada, oppure una più avanzata, che considera anche eventualmente i percorsi che coprono autostrade diverse, come descritto nella query precedente).

### **frasi relative a: transito**

Ciascun casello, infine, mantiene [uno storico - NOTA 7] i transiti (con data e ora) dei veicoli (identificati solo con la loro classe, ~~[a meno che non si tratti di clienti telepass, nel qual caso l'identificazione del veicolo è completa - VEDI NOTA]~~) che lo hanno percorso, in entrata e in uscita; nel caso di veicoli in uscita viene anche registrato il casello di provenienza.

operazione 8: Dato un casello, verificare qual è la provenienza più comune dei veicoli che escono da esso (usando [lo storico delle] i transiti in uscita del casello).

operazione 9: Dato un casello, verificare in quali giorni il numero totale di veicoli in transito (calcolato dallo storico) ha superato la capacità massima del casello stesso.

NOTA: in "frasi relative a cliente" non è specificato che debba essere individuato il veicolo utilizzato dal cliente stesso al contrario un cliente potrebbe utilizzare il suo abbonamento su veicoli diversi. La frase in oggetto si considera errata e depennata.

### **frasi relative a: messaggio**

Per ciascun tabellone luminoso programmabile desideriamo conoscere [uno storico di - NOTA 7] tutti i messaggi visualizzati, con testo e periodo di attivazione.

### **frasi relative a: chiamata**

per ciascuna colonnina SOS vogliamo mantenere [uno storico delle - NOTA 7] le chiamate. deve essere possibile capire quali sono [aree "critiche" - NOTA 3] colonnine SOS dalle quali sono state inoltrate più richieste di soccorso.

operazione 4: Classificare i punti delle nostre autostrade in cui si verificano più richieste di soccorso (tramite le colonnine SOS).

## schema concettuale

### promozione del concetto “autostrada” a entità

la frase:

“ogni autostrada ha un nome (es. “A24”), una lunghezza totale e un numero di corsie.”

identifica gli attributi dell’entità autostrada. l’attributo “nome” rappresenta la chiave identificativa di ogni istanza di autostrada

le frasi:

“su ogni autostrada dovremo poi memorizzare la posizione ... di una serie di “punti” notevoli”  
“vogliamo conoscere le tariffe applicate ... su ogni autostrada.”

identificano associazioni verso le entità “punto notevole” e “tariffa”.

ogni autostrada ha un numero  $N > 1$  di punti notevoli (ha almeno un casello di ingresso e uno in uscita). I punti notevoli sono normalmente associati ad una sola autostrada eccetto gli “svincoli” che collegano due autostrade.

la cardinalità dell’associazione autostrada-tariffa richiede una maggiore definizione dell’entità tariffa.

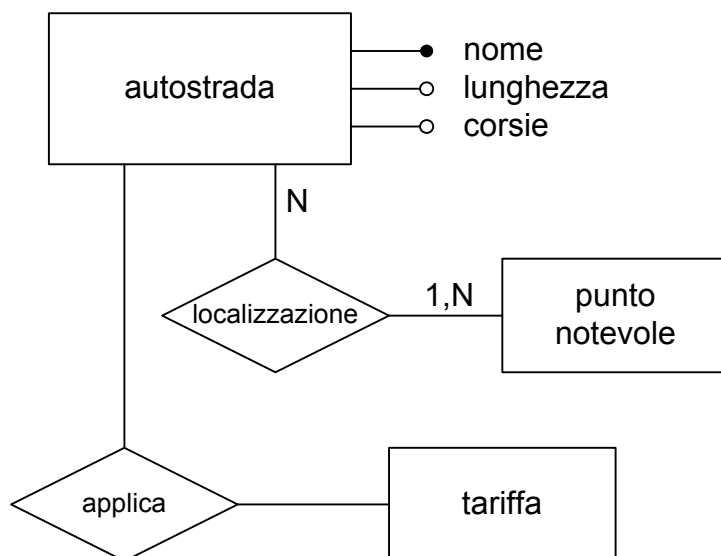


Figure 1

### promozione del concetto “punto notevole” a entità

Su ogni autostrada dovremo poi memorizzare la posizione (espressa in chilometri a partire dall'origine dell'autostrada stessa) di una serie di "punti" notevoli, che sono: i caselli, gli svincoli (, [le piazzole di emergenza e - NOTA 3] le colonnine SOS, le aree di servizio, [le zone di servizio (usate dal personale della società per le operazioni di manutenzione)] i cantieri e i tabelloni [programmabili] con indicazioni per il traffico.

la frase:

memorizzare la posizione (espressa in chilometri a partire dall'origine dell'autostrada stessa) di una serie di "punti" notevoli

individua l'attributo "posizione" del "punto notevole" relativamente all'autostrada di interesse, quindi tale attributo può essere rappresentato come attributo dell'associazione "autostrada-punto notevole".

NOTA: in generale un punto notevole è associato ad una sola autostrada pertanto l'attributo "posizione" potrebbe essere legato all'entità "punto notevole". Tuttavia, nell'unico caso di "svincolo", il punto va associato a due istanze di autostrada e la rappresentazione proposta è l'unica adatta.

la frase:

una serie di "punti" notevoli, che sono: i caselli, gli svincoli, le colonnine SOS, le aree di servizio, i cantieri e i tabelloni

definisce una gerarchia.

non sono definite chiavi, conviene pertanto individuare una chiave ad hoc: "IDpunto".

NOTA: la coppia (nome-)autostrada/posizione non definiscono univocamente un punto notevole, ad esempio, un cantiere e una colonnina SOS potrebbero essere allocati nella stessa posizione.

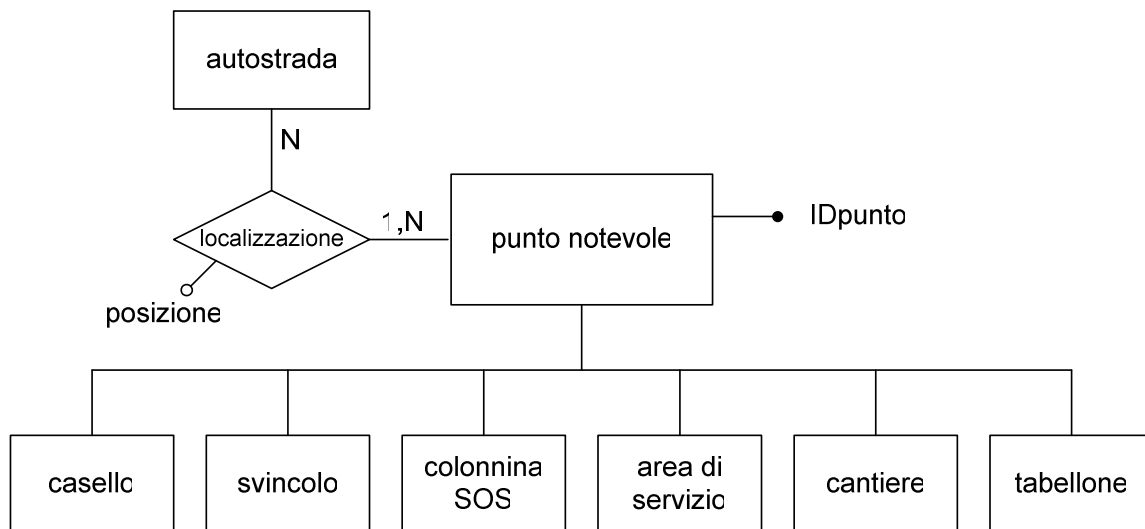


Figure 2

## **dettaglio dei figli della gerarchia “punto notevole” casello**

la frase:

per ogni casello vogliamo sapere il nome (es. "L'Aquila Ovest"), una lista di località importanti che possono essere raggiunte uscendo dal quel casello, specificandone la distanza dal casello stesso (es. L'Aquila 1 km, Teramo 40 km, ...), le modalità di pagamento ammesse (es. Telepass, Viacard, contanti, carta di credito, ...), l'eventuale presenza di un servizio di assistenza ai clienti e una stima del numero di veicoli all'ora che il casello è in grado di sostenere.

identifica i seguenti attributi dell'entità casello.

- \* l'attributo "nome" è univoco sull'insieme di tutte le autostrade (i.e. sull'intera rete autostradale), rappresenta pertanto una chiave identificativa di ogni istanza di casello.
- \* l'attributo "località\_raggiungibili" è un attributo composto dalle due informazioni: località\_nome e località\_distanza; e ha una cardinalità 1-N
- \* relativamente a "modalità\_pagamento" si ritiene di dover raffinare la specifica (VEDI RAFFINAMENTO SPECIFICA)
- \* l'attributo "servizio\_assistenza" può assumere i valori booleani presente/assente
- \* relativamente alla stima del numero di veicoli l'ora sostenibili, si ritiene di dover raffinare la specifica (VEDI RAFFINAMENTO SPECIFICA)

### RAFFINAMENTO SPECIFICA:

un casello è composto da un insieme di "porte" di ingresso e di uscita.

una porta di ingresso può consentire l'accesso tramite: servizio telepass, distributore di ticket.

una porta di uscita può consentire il pagamento tramite: telepass, viacard (o carta di credito), contanti automatico o operatore.

per ogni casello si vuole sapere:

- \* quante sono in totale le porte di ingresso e di uscita e il numero delle porte attrezzate con i diversi tipi di accesso e di pagamento.
- \* una stima del numero di veicoli all'ora che il casello è in grado di sostenere in ingresso ed in uscita (considerare che la capacità di ciascuna porta dipende dal tipo di accesso o pagamento permesso).

---

a seguito del raffinamento specifica si ridefiniscono i seguenti attributi:

- \* l'attributo composto "numporte" costituito dagli elementi: in\_telepass, in\_ticket, out\_telepass, out\_viacard, out\_contanti, out\_operatore
- \* l'attributo composto "max\_transiti\_ora" costituito dagli elementi: max\_in, max\_out (entrambi i valori sono calcolabili come funzione di numporte:
  - o  $\text{max\_in} = K_{\text{in\_telepass}} * \text{in\_telepass} + K_{\text{in\_ticket}} * \text{in\_ticket}$
  - o  $\text{max\_out} = K_{\text{out\_telepass}} * \text{out\_telepass} + K_{\text{out\_viacard}} * \text{out\_viacard} + K_{\text{out\_contanti}} * \text{out\_contanti} + K_{\text{out\_operatore}} * \text{out\_operatore}$

la frase:

Ciascun casello, infine, mantiene una storico ... dei veicoli ... che lo hanno percorso, in entrata e in uscita; nel caso di veicoli in uscita viene anche registrato il casello di provenienza.

individua una relazione con l'entità "transito".

le operazioni 2, 3, 5, e 6 non definiscono altri attributi o proprietà di "casello"

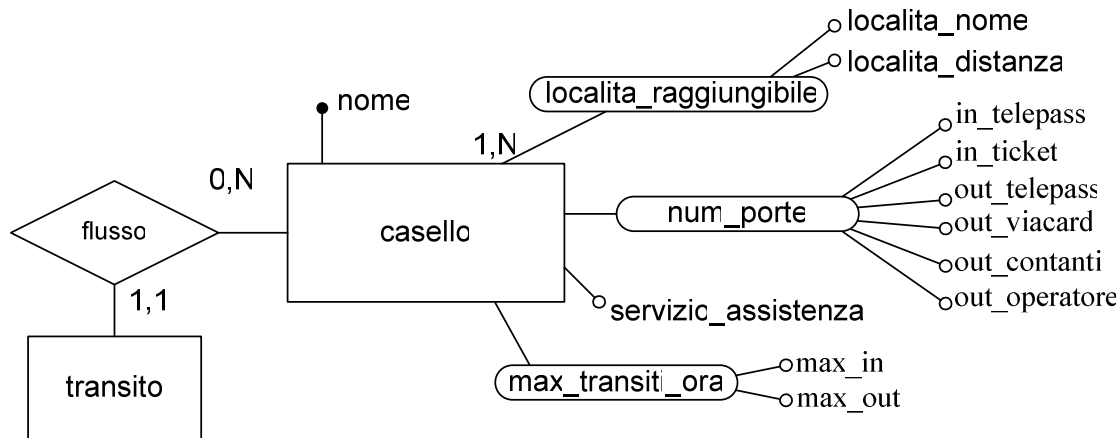


Figure 3

## svincolo

non ci sono frasi specifiche relativamente all'entità figlia "svincolo".

l'operazione 6 non definisce altri attributi o proprietà di "svincolo"



Figure 4

## colonnina SOS

la frase:

per ciascuna colonnina SOS vogliamo sapere lo stato di attivazione (operativa o fuori servizio) e le statistiche d'uso

identifica i seguenti attributi dell'entità "colonnina SOS".

- \* l'attributo "stato" con i valori definiti: operativa/fuori\_servizio,
- \* relativamente a "statistiche d'uso" si ritiene di dover raffinare la specifica (VEDI RAFFINAMENTO SPECIFICA)

la frase:

usando uno storico delle chiamate da ciascuna colonnina, deve essere possibile capire quali sono le [aree “critiche” - NOTA 3] colonnine SOS dalle quali sono state inoltrate più richieste di soccorso

identifica un’associazione con l’entità “chiamata”

#### RAFFINAMENTO SPECIFICA

per statistica d’uso si intende il numero totale di richieste di soccorso effettuate dalla colonnina SOS (si potrebbero definire criteri più complessi)

---

a seguito del raffinamento della specifica si ridefinisce l’attributo:

\* “uso” definito come contatore delle richieste di soccorso

l’operazione 4 non definisce altri attributi o proprietà di “colonnina SOS”

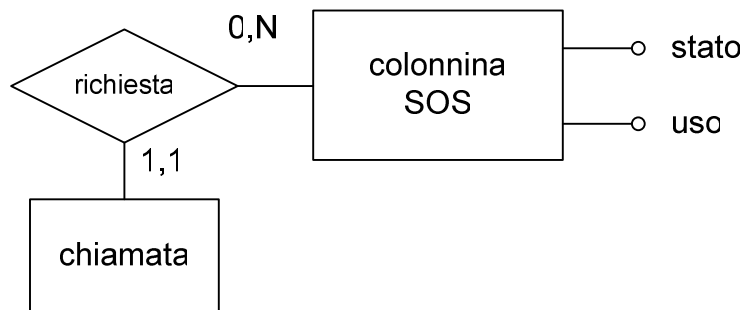


Figure 5

#### area di servizio

La frase:

Per le aree di servizio presenti sulle nostre strade vogliamo conoscere il gestore (es. “Agip”) e i servizi offerti (ad esempio se è disponibile anche un meccanico, oppure un mezzo per i trasporti di emergenza, ecc.).

identifica i seguenti attributi dell’entità “area di servizio”:

“gestore” non è un identificatore univoco poichè uno stesso gestore potrebbe gestire più aree di servizio

“servizi” per semplicità si utilizzerà una stringa per elencare in forma testuale i diversi servizi disponibili

le operazioni 2 e 3 non definiscono altri attributi o proprietà di “area di servizio”

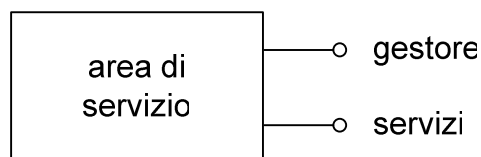


Figure 6

## **cantiere**

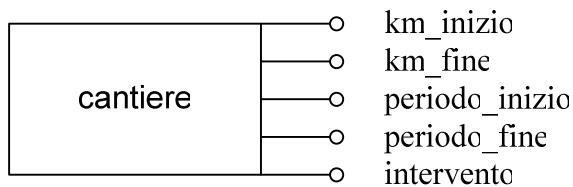
la frase:

Ogni cantiere verrà localizzato indicando l'intervallo di chilometri che interessa, il periodo in cui rimarrà aperto e il tipo di intervento da effettuare.

individua i seguenti attributi:

- \* km\_inizio
- \* km\_fine
- \* periodo\_inizio
- \* periodo\_fine
- \* intervento

le operazioni 11 e 12 non definiscono altri attributi o proprietà per l'entità "cantiere".



**Figure 7**

## **tabellone**

la frase:

Per ciascun tabellone luminoso programmabile desideriamo conoscere la capacità in caratteri del display,

individua i seguenti attributi:

- \* num\_caratteri

la frase:

nonché uno storico di tutti i messaggi visualizzati, con testo e periodo di attivazione.

individua una associazione con l'entità "messaggio"

si ritiene di dover affinare la specifica per conoscere il messaggio attualmente pubblicato:

## **RAFFINAMENTO SPECIFICA**

Per ciascun tabellone luminoso programmabile desideriamo conoscere:

- \* la capacità in caratteri del display,
- \* il testo del messaggio attualmente visualizzato



- \* la data e l'ora in cui il messaggio attuale è stato inserito

si individuano i seguenti due attributi aggiuntivi per l'entità "tabellone"

- \* testo, riporta la stringa relativa al messaggio attualmente visualizzato
- \* inizio, riporta la data e l'ora di inserimento del messaggio attuale

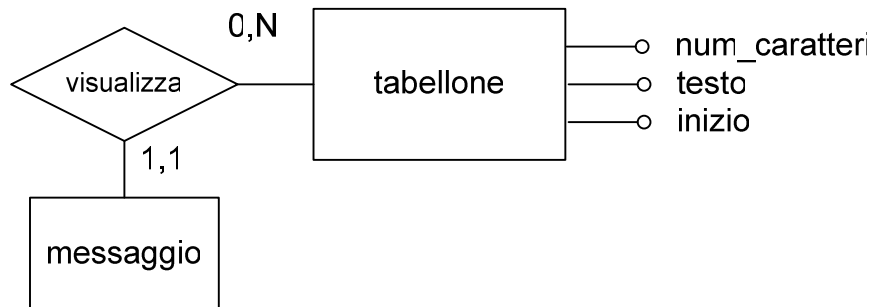


Figure 8

### promozione del concetto "tariffa"

la frase:

il pagamento dei pedaggi [NOTA 4], vogliamo conoscere le tariffe applicate a chilometro per ogni classe di veicolo (le classi sono determinate in base alla massa del veicolo, al numero di assi ecc.) su ogni autostrada. Le tariffe, ovviamente, sono le stesse per tutti i caselli della stessa autostrada.

evidenzia la necessità di definire l'entità "classe veicolo" con gli attributi: massa, num\_assi; è necessario aggiungere una chiave identificativa: IDclasse. una tariffa chilometrica può essere espressa come attributo dell'associazione autostrada-classe veicolo.

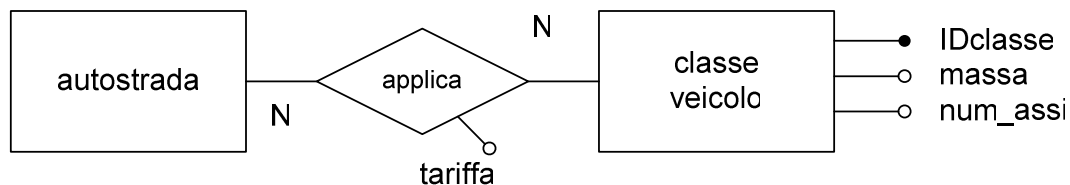


Figure 9

il diagramma di questa figura aggiorna quello di Figure 1 relativamente all'associazione autostrada-tariffa

### promozione del concetto "cliente" a entità

la frase:

Per gestire i pagamenti telepass, avremo bisogno di un archivio di tutti i clienti abbonati a tale servizio (completi delle loro informazioni anagrafiche e del numero di carta di credito su cui addebitare i pedaggi),

definisce gli attributi:

- \* anagrafica attributo composto dalle seguenti informazioni: codice fiscale, nome, cognome (altri dati possono essere trascurati per semplicità)
- \* carta di credito

l'attributo "codice fiscale" rappresenta una chiave univoca per l'entità.

conviene raffinare la specifica relativamente alle caratteristiche di abbonamento al servizio telepass con la seguente definizione:

#### RAFFINAMENTO SPECIFICA

un cliente può sottoscrivere uno o più abbonamenti al servizio telepass ricevendo, per ogni abbonamento, un codice telepass univoco.

conserveremo uno storico di tutti i movimenti (ora e casello di entrata, ora e casello di uscita) effettuati da ciascun cliente sulla nostra rete per ogni abbonamento telepass.

---

ciò definisce un'ulteriore entità "abbonamento telepass" con chiave "IDtelepass" associata alle entità "cliente" e "movimento". Si trascura il dettaglio relativo al fatto che un cliente che ha sottoscritto più abbonamenti potrebbe richiedere l'addebito su diverse carte di credito, per cui si lascia "carta di credito" come attributo di cliente.

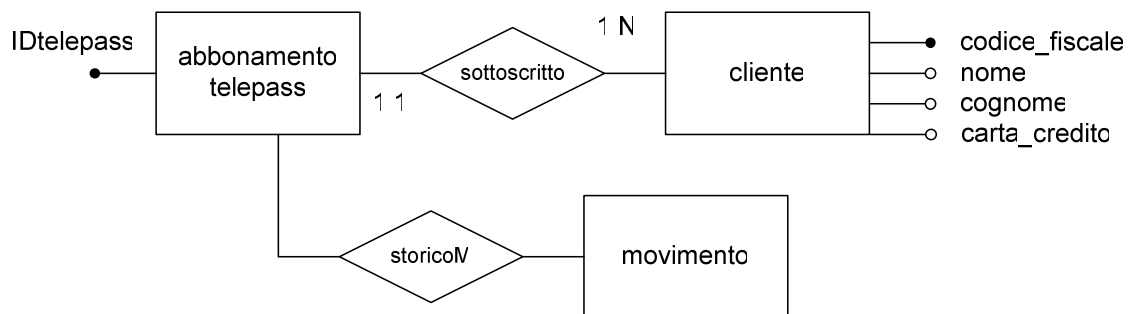


Figure 10

#### promozione del concetto "avviso" a entità

la frase:

Questi avvisi, caratterizzati da una descrizione testuale e localizzati indicando l'autostrada di competenza, l'intervallo di chilometri a cui si applicano (es. "neve sulla A24 dal km 1 al km 100") e il periodo di validità, dovranno essere tutti inseriti nella base di dati.

individua i seguenti attributi:

- \* testo
- \* km\_inizio

- \* km\_fine
- \* periodo\_inizio
- \* periodo\_fine

e l'associazione con l'entità "autostrada"

non sono identificabili chiavi, per cui si aggiunge la chiave IDavviso

le operazioni 10 e 13 non individuano altri attributi o proprietà di "avviso"

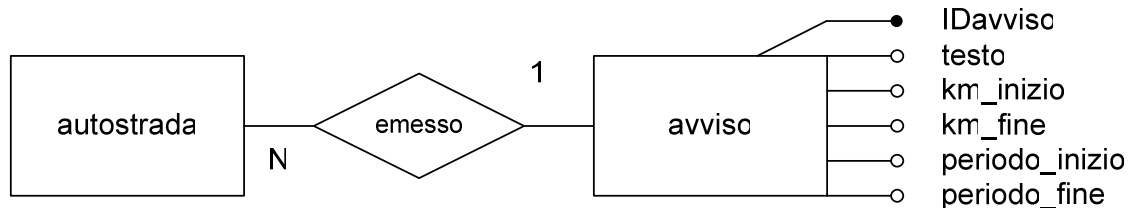


Figure 11

### promozione del concetto "movimento"

le frasi relative al concetto "movimento" vanno ristrutturate in funzione dei raffinamenti introdotti sull'abbonamento al servizio telepass.

#### RAFFINAMENTO SPECIFICA

conserveremo [uno storico di - NOTA 7] tutti i movimenti (ora e casello di entrata, ora e casello di uscita) effettuati da ciascun cliente sulla nostra rete per ogni abbonamento telepass.

operazione 6: Dato un cliente abbonamento telepass, calcolare il suo estratto conto mensile, che riporta tutti i [viaggi] transiti in autostrada ~~che ha~~ effettuati nel mese (coppie casello di entrata - casello di uscita) e il relativo pedaggio (è possibile realizzare una versione semplice di questa query, che considera solo percorsi sulla stessa autostrada, oppure una più avanzata, che considera anche eventualmente i percorsi che coprono autostrade diverse, come descritto nella query precedente).

i dati richiesti (ora e casello di ingresso ed uscita) sono quelli relativi al "transito" come peraltro esplicitamente indicato nell'operazione 6. In più, rispetto ai dati di transito, viene richiesto il pedaggio.

Si intende estendere la definizione di "transito" al fine di rendere i due termini "transito" e "movimento" sinonimi. Si riprenderà la frase depennata: "a meno che non si tratti di clienti telepass, nel qual caso l'identificazione del veicolo è completa" per ristrutturarla e meglio adattarla al contesto.

### promozione del concetto "transito" a entità

la frase:

Ciascun casello, infine, mantiene i transiti (con data e ora) dei veicoli (identificati solo con la loro classe) che lo hanno percorso, in entrata e in uscita; nel caso di veicoli in uscita viene anche registrato il casello di provenienza.

viene ristrutturata:

#### RAFFINAMENTO SPECIFICA

ciascuna casello mantiene le informazioni di transito dei veicoli indicando:

- \* per le porte d'ingresso:
  - la data e l'ora dell'attraversamento,
  - il tipo di porta attraversata,
  - la classe del veicolo,
  - il codice telepass se si tratta di porta telepass;
- \* per le porte di uscita:
  - la data e l'ora dell'attraversamento,
  - il tipo di porta attraversata,
  - la classe del veicolo,
  - il codice telepass se si tratta di porta telepass,
  - il casello di ingresso,
  - il pedaggio;

---

si ritiene di dover rivedere anche l'operazione 8 poiché la capacità massima di un casello va intesa come un limite fisico non superabile, pertanto ha senso chiedere il superamento di soglie di traffico piuttosto che della capacità massima.

#### RAFFINAMENTO SPECIFICA

operazione 8: Dato un casello, verificare in quali giorni il numero totale di veicoli in transito (calcolato dallo storico) ha superato **la soglia del 75% della** capacità massima del casello stesso.

---

l'operazione 7 non richiede affinamenti

l'entità transito risulta quindi caratterizzata dai seguenti attributi:

- \* timestamp - data e ora dell'attraversamento
- \* tipo\_porta - codifica i seguenti tipi: in\_telepass, in\_ticket, out\_telepass, out\_viacard, out\_contanti, out\_operatore,
- \* IDtelepass - riporta il codice telepass se si tratta di porta in/out\_telepass,
- \* pedaggio

possiede una doppia associazione all'entità "casello" (per identificare la coppia casello d'ingresso/casello d'uscita quando richiesto), un'associazione all'entità "abbonamento telepass" (vedi figure 3 e 10) ed un'associazione all'entità "classe veicolo"

E' necessario definire una chiave ad hoc: IDtransito

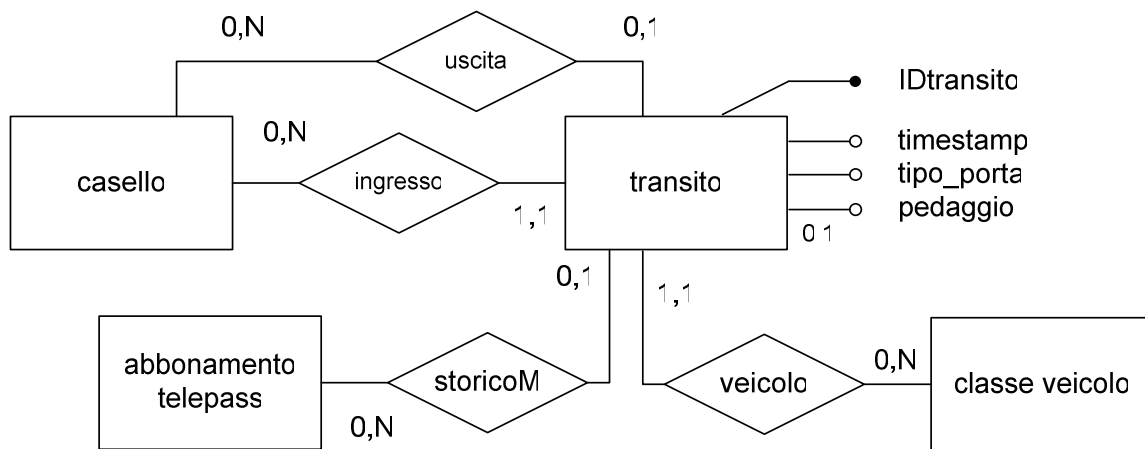


Figure 12

### promozione del concetto “messaggio” a entità

la frase:

Per ciascun tabellone luminoso programmabile desideriamo conoscere [uno storico di - NOTA 7] tutti i messaggi visualizzati, con testo e periodo di attivazione.

identifica i seguenti attributi:

testo  
periodo\_inizio  
periodo\_fine

e l’associazione con l’entità “tabellone”

non sono definite chiavi, tuttavia, poiché su un tabellone si può visualizzare un solo messaggio alla volta, il tempo di attivazione del messaggio (i.e. periodo\_inizio) unitamente al tabellone su cui il messaggio è stato visualizzato rappresentano una chiave.

NOTA: relativamente all’entità tabellone è stato definito un testo del messaggio attualmente visualizzato con data e ora di inserimento. Tali informazioni migreranno nello storico (i.e. in “messaggio”) nel momento in cui verranno sostituite sul tabellone con informazioni aggiornate. Tale istante determina anche il dato (data e ora) da utilizzare per valorizzare l’attributo periodo\_fine.

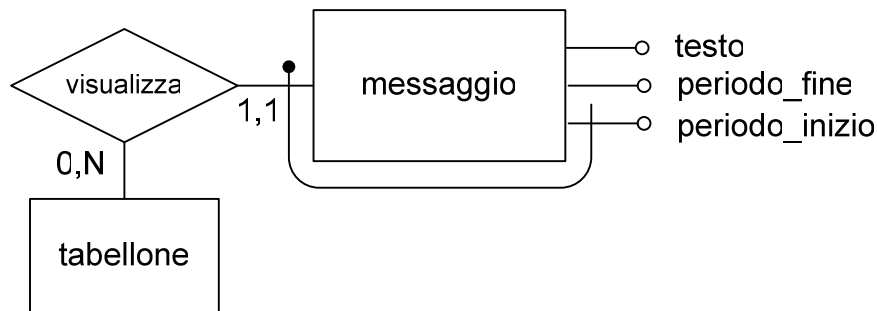


Figure 13

### promozione del concetto “chiamata” a entità

Le frasi:

per ciascuna colonnina SOS vogliamo mantenere [uno storico delle] le chiamate.  
 deve essere possibile capire quali sono [aree “critiche” - NOTA 3] colonnine SOS dalle quali sono state inoltrate più richieste di soccorso.

nonché l’operazione 3 non identificano attributi per l’entità “chiamata”.  
 si intende raffinare la specifica introducendo l’indicazione di data e ora di ogni chiamata

### RAFFINAMENTO SPECIFICA

una richiesta di soccorso deve essere memorizzata nello storico delle chiamate indicando la data e l’ora della richiesta stessa e la colonnina SOS dalla quale è stata effettuata.

---

si definisce pertanto l’attributo “timestamp” per l’entità chiamata.  
 Poiché da una colonnina può essere effettuata una chiamata alla volta, l’attributo timestamp unitamente all’identificatore della colonnina da chi la chiamata è stata effettuata, rappresentano una chiave univoca.

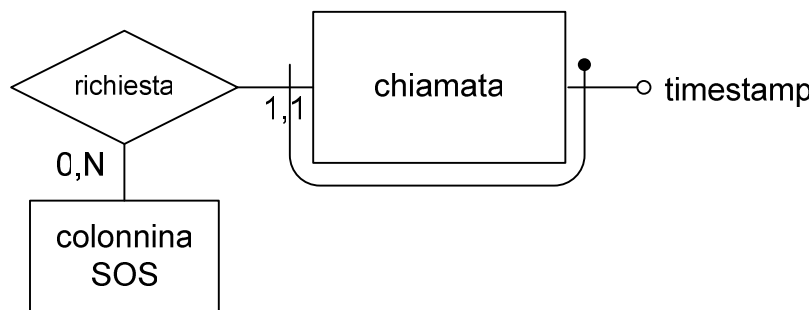


Figure 14

## AL TERMINE DI QUESTA ITERAZIONE LE SPECIFICHE RISULTANO COSI' RISTRUTTURATE

### **frasi di carattere generale**

Il progetto prevede la realizzazione della base di dati per la gestione di [una rete autostradale] un insieme di autostrade.

### **frasi relative a: autostrada**

ogni autostrada DEVE ESSERE identificata da un nome (es. "A24") e se ne DEVE conoscere la lunghezza totale e il numero di corsie.

Su ogni autostrada si DEVE memorizzare la posizione (espressa in chilometri a partire dall'origine dell'autostrada stessa) di una serie di "punti" notevoli ....

si DEVONO conoscere le tariffe applicate ... su ogni autostrada.

### **frasi relative a: punto notevole [NOTA 2]**

Su ogni autostrada si DEVE memorizzare la posizione (espressa in chilometri a partire dall'origine dell'autostrada stessa) di una serie di "punti" notevoli, che sono: i caselli, gli svincoli (tra un'autostrada e l'altra, senza casello nel mezzo), [le piazzole di emergenza e - NOTA 3] le colonnine SOS, le aree di servizio, [le zone di servizio (usate dal personale della società per le operazioni di manutenzione)] i cantieri e i tabelloni [programmabili] con indicazioni per il traffico.

### **frasi relative a: casello**

Su ogni autostrada si DEVE memorizzare la posizione (espressa in chilometri a partire dall'origine dell'autostrada stessa) di una serie di "punti" notevoli, che sono: i caselli, ...

In particolare, ogni casello si DEVE identificare tramite il nome (es. "L'Aquila Ovest"), e si DEVONO conoscere:

- \* una lista di località importanti che possono essere raggiunte uscendo dal quel casello, specificandone la distanza dal casello stesso (es. L'Aquila 1 km, Teramo 40 km, ...),
- \* l'eventuale presenza di un servizio di assistenza ai clienti.

Inoltre un casello è composto da un insieme di "porte" di ingresso e di uscita.

una porta di ingresso può consentire l'accesso tramite: servizio telepass, distributore di ticket.

una porta di uscita può consentire il pagamento tramite: telepass, viacard (o carta di credito), contanti automatico o operatore.

per ogni casello si vuole sapere:

- \* quante sono in totale le porte di ingresso e di uscita e il numero delle porte attrezzate con i diversi tipi di accesso e di pagamento.
- \* una stima del numero di veicoli all'ora che il casello è in grado di sostenere in ingresso ed in uscita (considerare che la capacità di ciascuna porta dipende dal tipo di accesso o pagamento permesso).

Ciascun casello, infine, mantiene una storico ... dei veicoli ... che lo hanno percorso, in entrata e in uscita; nel caso di veicoli in uscita viene anche registrato il casello di provenienza.

operazione 1: Data un'autostrada e una posizione su di essa espressa in km (a partire dall'origine), individuare:

Il successivo casello (nome e distanza da percorrere per raggiungerlo).

operazione 2: Data un'autostrada e una posizione su di essa espressa in km, nonché un'autonomia di viaggio (cioè il numero massimo di km che è possibile percorrere a partire dal punto attuale) individuare:

(Opzionale) Le principali località raggiungibili.

operazione 4: Dato un casello di entrata e uno di uscita sulla stessa autostrada calcolare il pedaggio dovuto per un veicolo di una particolare classe.

operazione 5: Dato un casello di entrata e uno di uscita situato su autostrade diverse, verificare se esiste uno svincolo tra le due autostrade (dopo il casello di entrata e prima di quello di uscita, naturalmente) e calcolare il pedaggio composto, considerando i km percorsi su un'autostrada e sull'altra.

### **frasi relative a: svincolo**

Su ogni autostrada si DEVE poi memorizzare la posizione (espressa in chilometri a partire dall'origine dell'autostrada stessa) di una serie di "punti" notevoli, che sono: gli svincoli (tra un'autostrada e l'altra, senza casello nel mezzo), ...

operazione 5: Dato un casello di entrata e uno di uscita situato su autostrade diverse, verificare se esiste uno svincolo tra le due autostrade (dopo il casello di entrata e prima di quello di uscita, naturalmente) e calcolare il pedaggio composto, considerando i km percorsi su un'autostrada e sull'altra.

### **frasi relative a: colonnina SOS**

Su ogni autostrada si DEVE memorizzare la posizione (espressa in chilometri a partire dall'origine dell'autostrada stessa) di una serie di "punti" notevoli, che sono: [le piazzole di emergenza e - NOTA 3] le colonnine SOS, ...

per ciascuna colonnina SOS si DEVE conoscere lo stato di attivazione (operativa o fuori servizio) e le statistiche d'uso, per statistica d'uso si intende il numero totale di richieste di soccorso effettuate dalla colonnina SOS.

(usando uno storico delle chiamate da ciascuna colonnina, deve essere possibile capire quali sono le [aree "critiche" - NOTA 3] colonnine SOS dalle quali sono state inoltrate più richieste di soccorso).

operazione 4: Classificare i punti delle nostre autostrade in cui si verificano più richieste di soccorso (tramite le colonnine SOS).

### **frasi relative a: area di servizio**



Su ogni autostrada si DEVE poi memorizzare la posizione (espressa in chilometri a partire dall'origine dell'autostrada stessa) di una serie di "punti" notevoli, che sono: le aree di servizio, ...

Per le aree di servizio presenti sulle nostre strade si DEVE conoscere il gestore (es. "Agip") e i servizi offerti (ad esempio se è disponibile anche un meccanico, oppure un mezzo per i trasporti di emergenza, ecc.).

operazione 1: Data un'autostrada e una posizione su di essa espressa in km (a partire dall'origine), individuare:

la successiva area di servizio (gestore e distanza da percorrere per raggiungerla).

operazione 2: Data un'autostrada e una posizione su di essa espressa in km, nonché un'autonomia di viaggio (cioè il numero massimo di km che è possibile percorrere a partire dal punto attuale) individuare:

L'ultimo distributore disponibile per fare rifornimento prima che l'autonomia si esaurisca.

### **frasi relative a: cantiere [NOTA 5]**

Su ogni autostrada si DEVE memorizzare la posizione (espressa in chilometri a partire dall'origine dell'autostrada stessa) di una serie di "punti" notevoli, che sono: i cantieri ...

La base di dati DEVE contenere le informazioni riguardanti gli interventi di manutenzione e i relativi cantieri aperti sulla rete.

Ogni cantiere verrà localizzato indicando l'intervallo di chilometri che interessa, il periodo in cui rimarrà aperto e il tipo di intervento da effettuare.

operazione 11: Individuare l'autostrada correntemente interessata dal maggior numero di cantieri.

operazione 12: Individuare l'autostrada interessata dal maggior numero di cantieri negli ultimi cinque anni.

### **frasi relative a: tabellone**

Su ogni autostrada si DEVE memorizzare la posizione (espressa in chilometri a partire dall'origine dell'autostrada stessa) di una serie di "punti" notevoli, che sono: i tabelloni [programmabili] con indicazioni per il traffico ...

Per ciascun tabellone luminoso programmabile si DEVE conoscere:

- \* la capacità in caratteri del display,
- \* il testo del messaggio attualmente visualizzato
- \* la data e l'ora in cui il messaggio attuale è stato inserito

nonché uno storico di tutti i messaggi visualizzati, con testo e periodo di attivazione.

### **frasi relative a: tariffa**

Per quel che riguarda il pagamento dei pedaggi [NOTA 4], si DEVONO conoscere le tariffe applicate a chilometro per ogni classe di veicolo (le classi sono determinate in base alla massa del veicolo, al numero di assi ecc.) su ogni autostrada.

Le tariffe sono le stesse per tutti i caselli della stessa autostrada.

### **frasi relative a: cliente**

Per gestire i pagamenti telepass, si DEVE definire l'archivio di tutti i clienti abbonati a tale servizio (completi delle loro informazioni anagrafiche e del numero di carta di credito su cui addebitare i pedaggi),

un cliente può sottoscrivere uno o più abbonamenti al servizio telepass ricevendo, per ogni abbonamento, un codice telepass univoco.

### **frasi relative a: abbonamento telepass**

un cliente può sottoscrivere uno o più abbonamenti al servizio telepass ricevendo, per ogni abbonamento, un codice telepass univoco.

si DEVE conservare uno storico di tutti i movimenti (ora e casello di entrata, ora e casello di uscita) per ogni abbonamento telepass.

operazione 7: Dato un ~~cliente~~ abbonamento telepass, calcolare il ~~suo~~ estratto conto mensile, che riporta tutti i [viaggi] transiti in autostrada ~~che ha~~ effettuati nel mese (coppie casello di entrata - casello di uscita) e il relativo pedaggio (è possibile realizzare una versione semplice di questa query, che considera solo percorsi sulla stessa autostrada, oppure una più avanzata, che considera anche eventualmente i percorsi che coprono autostrade diverse, come descritto nella query precedente).

### **frasi relative a: avviso**

Il gestore della rete dirama quando necessario una serie di avvisi riguardanti, ad esempio, condizioni meteorologiche avverse, incidenti, code ecc. Questi avvisi, caratterizzati da una descrizione testuale e localizzati indicando l'autostrada di competenza, l'intervallo di chilometri a cui si applicano (es. "neve sulla A24 dal km 1 al km 100") e il periodo di validità, DEVONO essere tutti inseriti nella base di dati.

operazione 10: Dato un avviso, cercare tutti i tabelloni [luminosi] su cui dovrebbe essere pubblicato (cioè che si trovano all'interno dell'area interessata dall'avviso).

operazione 13: Dato un punto di un'autostrada, individuare tutti gli avvisi che lo riguardano, per inviarli ai navigatori dei veicoli che ne fanno richiesta (consideriamo gli avvisi la cui area di interesse comprende il punto dato o qualche punto che si trova al più a 5 km di distanza da esso).

### **frasi relative a: transito**

ciascuna casello DEVE mantenere le informazioni di transito dei veicoli indicando:

- \* per le porte d'ingresso:
  - la data e l'ora dell'attraversamento,
  - il tipo di porta attraversata,
  - la classe del veicolo,
  - il codice telepass se si tratta di porta telepass;
- \* per le porte di uscita:
  - la data e l'ora dell'attraversamento,

- il tipo di porta attraversata,
- la classe del veicolo,
- il codice telepass se si tratta di porta telepass,
- il casello di ingresso,
- il pedaggio;

operazione 6: Dato un cliente telepass, calcolare il suo estratto conto mensile, che riporta tutti i [viaggi] transiti in autostrada che ha effettuato nel mese (coppie casello di entrata - casello di uscita) e il relativo pedaggio (è possibile realizzare una versione semplice di questa query, che considera solo percorsi sulla stessa autostrada, oppure una più avanzata, che considera anche eventualmente i percorsi che coprono autostrade diverse, come descritto nella query precedente).

operazione 8: Dato un casello, verificare qual è la provenienza più comune dei veicoli che escono da esso (usando [lo storico delle] i transiti in uscita del casello).

operazione 9: Dato un casello, verificare in quali giorni il numero totale di veicoli in transito (calcolato dallo storico) ha superato **la soglia del 75% della** capacità massima del casello stesso.

### **frasi relative a: messaggio**

Per ciascun tabellone luminoso programmabile si DEVE conoscere [uno storico di - NOTA 7] tutti i messaggi visualizzati, con testo e periodo di attivazione.

### **frasi relative a: chiamata**

una richiesta di soccorso DEVE essere memorizzata nello storico delle chiamate indicando la data e l'ora della richiesta stessa e la colonnina SOS dalla quale è stata effettuata.

deve essere possibile capire quali sono [aree "critiche" - NOTA 3] colonnine SOS dalle quali sono state inoltrate più richieste di soccorso.

operazione 4: Classificare i punti delle nostre autostrade in cui si verificano più richieste di soccorso (tramite le colonnine SOS).

### **operazioni**

1. Per ogni entità notevole (caselli, clienti, autostrade, ecc.) individuata, fornire gli statement di inserimento/modifica/eliminazione delle informazioni corrispondenti.
2. Data un'autostrada e una posizione su di essa espressa in km (a partire dall'origine), individuare:
  - a. Il successivo casello (nome e distanza da percorrere per raggiungerlo).
  - b. La successiva area di servizio (gestore e distanza da percorrere per raggiungerla).
3. Data un'autostrada e una posizione su di essa espressa in km, nonché un'autonomia di viaggio (cioè il numero massimo di km che è possibile percorrere a partire dal punto attuale) individuare:
  - a. L'ultimo distributore disponibile per fare rifornimento prima che l'autonomia si esaurisca.
  - b. (Opzionale) Le principali località raggiungibili.

4. Classificare i punti delle nostre autostrade in cui si verificano più richieste di soccorso (tramite le colonnine SOS).
5. Dato un casello di entrata e uno di uscita sulla stessa autostrada calcolare il pedaggio dovuto per un veicolo di una particolare classe.
6. Dato un casello di entrata e uno di uscita situato su autostrade diverse, verificare se esiste uno svincolo tra le due autostrade (dopo il casello di entrata e prima di quello di uscita, naturalmente) e calcolare il pedaggio composto, considerando i km percorsi su un'autostrada e sull'altra.
7. Dato un abbonamento telepass, calcolare l'estratto conto mensile, che riporta tutti i transiti in autostrada effettuati nel mese (coppie casello di entrata - casello di uscita) e il relativo pedaggio (è possibile realizzare una versione semplice di questa query, che considera solo percorsi sulla stessa autostrada, oppure una più avanzata, che considera anche eventualmente i percorsi che coprono autostrade diverse, come descritto nella query precedente).
8. Dato un casello, verificare qual è la provenienza più comune dei veicoli che escono da esso (usando lo storico delle uscite del casello).
9. Dato un casello, verificare in quali giorni il numero totale di veicoli in transito (calcolato dallo storico) ha superato la soglia del 75% della capacità massima del casello stesso.
10. Dato un avviso, cercare tutti i tabelloni luminosi su cui dovrebbe essere pubblicato (cioè che si trovano all'interno dell'area interessata dall'avviso).
11. Individuare l'autostrada correntemente interessata dal maggior numero di cantieri.
12. Individuare l'autostrada interessata dal maggior numero di cantieri negli ultimi cinque anni.
13. Dato un punto di un'autostrada, individuare tutti gli avvisi che lo riguardano, per inviarli ai navigatori dei veicoli che ne fanno richiesta (consideriamo gli avvisi la cui area di interesse comprende il punto dato o qualche punto che si trova al più a 5 km di distanza da esso).

## SCHEMA CONCETTUALE

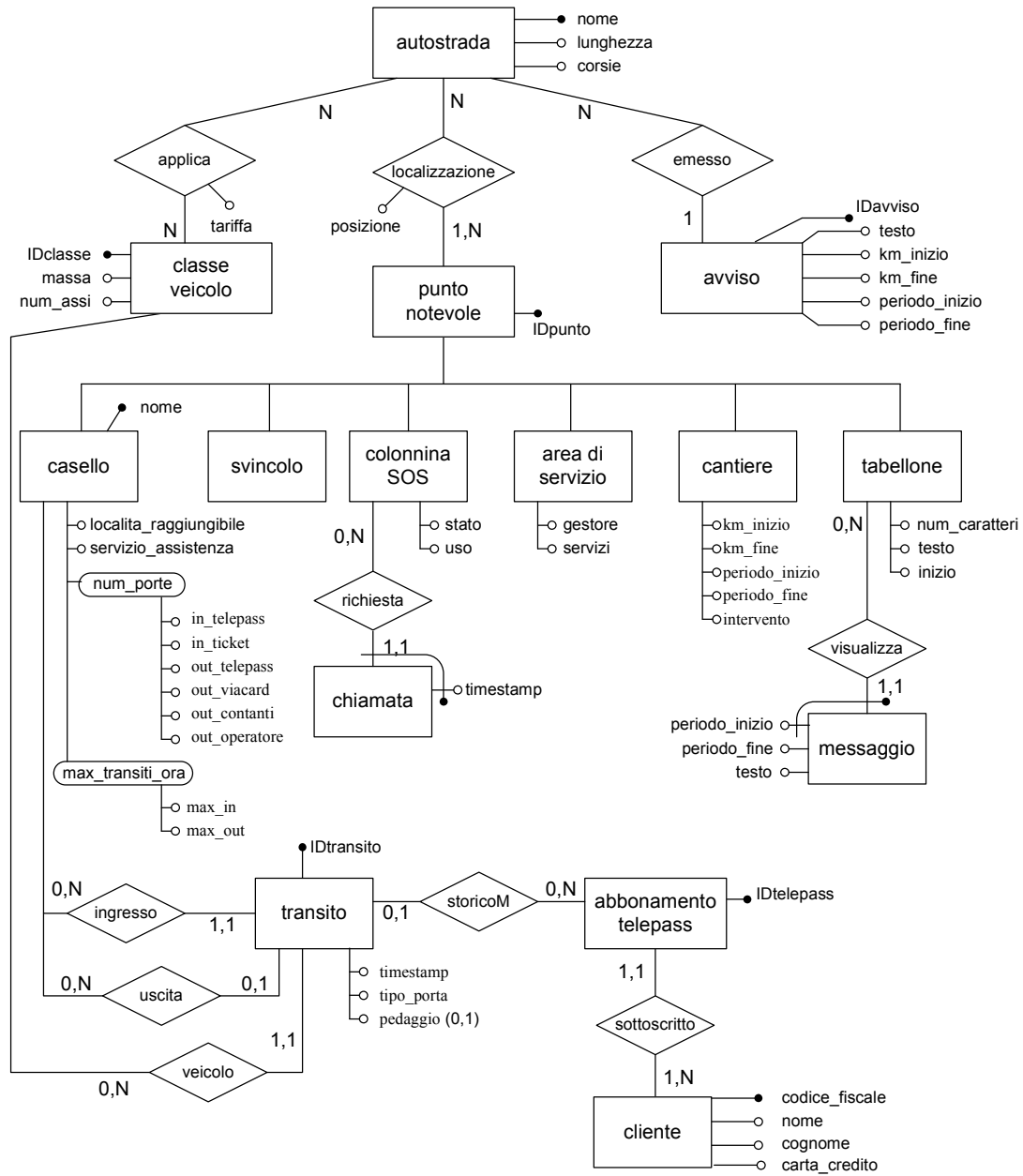


Figure 15

## DOCUMENTAZIONE DELLE ENTITA'

| Entità               | Descrizione   | Attributi  | Identificatore          |
|----------------------|---|--|-------------------------|
| autostrada           | via di scorrimento veloce                                     | lunghezza, corsie  | nome                    |
| punto notevole       | punto di un'autostrada dove è presente uno specifico servizio |  | IDpunto                 |
| casello              | punto di ingresso o di uscita                                 | localita_raggiungibile,<br>servizio_assistenza,<br>num_porte,<br>max_transit_ora |                         |
| svincolo             | punto di collegamento tra due autostrade                      |  |                         |
| colonnina SOS        | punto attrezzato per richiesta di soccorso                    | stato, uso   |                         |
| area di servizio     | punto di sosta  | gestore, servizi   |                         |
| cantiere             | punto di intervento per manutenzione                          | km_inizio, km_fine,<br>periodo_inizio,<br>periodo_fine, intervento               |                         |
| tabellone            | tabellone luminoso programmabile                              | num_caratteri, testo, inizio   |                         |
| classe veicolo       | classificazione autoveicoli                                   | massa, num_assi  | IDclasse                |
| avviso               | informazioni utili diramate dal gestore                       | testo, km_inizio, km_fine,<br>periodo_inizio,<br>periodo_fine                    | IDavviso                |
| abbonamento telepass | adesione a servizio di pagamento elettronico                  |  | IDtelepass              |
| cliente              | abbonato al servizio telepass                                 | nome, cognome,<br>carta_credito  | codice_fiscale          |
| transito             | attraversamento di un casello in ingresso od in uscita        |  | IDtransito              |
| chiamata             | richiesta di soccorso da una colonnina SOS                    |  | timestamp, IDpunto      |
| messaggio            | testo visualizzato su un tabellone                            | testo, periodo_fine  | periodo_inizio, IDpunto |

Table 2

## DOCUMENTAZIONE DELLE RELAZIONI

| Relazione        | Descrizione  | Entità coinvolte               | Attributi |
|------------------|--|--------------------------------|-----------|
| localizzazione   | associa e localizza un punto notevole su un'autostrada           | autostrada, punto notevole     | posizione |
| applica          | tariffazione a chilometro per autostrada e per classe di veicolo | autostrada, classe veicolo     | tariffa   |
| emesso           | emissione di avviso di competenza di una specifica autostrada    | autostrada, avviso             |           |
| richiesta        | richiesta di intervento da colonnina SOS                         | colonnina SOS, chiamata        |           |
| visualizza       | associa i messaggi presentati su un tabellone                    | tabellone, messaggio           |           |
| ingresso, uscita | associa un transito in ingresso/uscita attraverso un casello     | casello, transito              |           |
| storicoM         | associa i transiti effettuati con pagamento telepass             | abbonamento telepass, transito |           |
| sottoscritto     | sottoscrizione da parte di un cliente ad un abbonamento telepass | abbonamento telepass, cliente  |           |

**Table 3**

## **Regole di vincolo**

RV1 - `localizzazione.posizione <= autostrada.lunghezza`

la posizione di un punto notevole deve trovarsi all'interno dell'autostrada quindi non può avere una distanza dall'inizio dell'autostrada maggiore della lunghezza dell'autostrada stessa.

RV2 - su un tabellone può essere visualizzato un solo messaggio alla volta

RV3 - da una colonnina SOS può essere effettuata una sola chiamata alla volta

RV4 - il numero di transiti giornalieri in uscita e in ingresso per un determinato casello non può essere superiore alla capacità complessiva del casello stesso (`max_out`, `max_in`)

RV5 - dato un transito in uscita da un casello, il casello di ingresso non può essere lo stesso (implica un'inversione di marcia non ammessa)

RV6 - dato un transito in uscita da un casello attraverso una porta telepass, si deve riscontrare un passaggio dal casello di ingresso indicato, attraverso una porta telepass e con lo stesso codice telepass

RV7 - viceversa dato un transito in uscita da un casello attraverso una porta diversa da telepass, si deve riscontrare un passaggio dal casello di ingresso indicato, attraverso una porta "in\_ticket"

RV8 - `avviso.km_fine > avviso.km_inizio`

RV9 - `avviso.periodo_fine > avviso.periodo_inizio`

RV10 - `cantiere.km_fine > cantiere.km_inizio`

RV11 - `cantiere.periodo_fine > cantiere.periodo_inizio`

RV12 - `messaggio.periodo_fine > messaggio.periodo_inizio`



## **Regola di derivazione**

### ***RD1 - capacità di flusso di un casello***

le capacità in ingresso ed in uscita di un determinato casello possono essere calcolate con le seguenti espressioni

- $\text{max\_in} = \text{Kin\_telepass} * \text{in\_telepass} + \text{Kin\_ticket} * \text{in\_ticket}$
- $\text{max\_out} = \text{Kout\_telepass} * \text{out\_telepass} + \text{Kout\_viacard} * \text{out\_viacard} + \text{Kout\_contanti} * \text{out\_contanti} + \text{Kout\_operatore} * \text{out\_operatore}$

dove Kxxx rappresentano parametri noti, definiti in base al tempo richiesto ad un veicolo per effettuare un accesso od un pagamento attraverso uno specifico tipo di porta.

si assumono i seguenti valori:

$\text{Kin\_telepass} = \text{Kout\_telepass} = 8640$

$\text{Kin\_ticket} = 4320$

$\text{Kout\_viacard} = 2470$

$\text{Kout\_contanti} = 1570$

$\text{Kout\_operatore} = 1440$

### ***RD2 - calcolo del pedaggio***

$\text{pedaggio} = \sum_{\text{autostrada}} (\text{Pu} - \text{Pi}) * \text{tariffa}$

Pu: punto di uscita (sarà il casello di uscita se è l'ultimo punto della serie, altrimenti è uno svincolo).

Pi: punto di ingresso (sarà il casello di ingresso se è il primo punto della serie, altrimenti è uno svincolo).

tariffa: è la tariffa applicabile sull'autostrada in esame per la classe di veicolo data.

## **Qualità dello schema concettuale**

Lo schema di figura 15 risulta:

**CORRETTO:** utilizza correttamente i costrutti dei diagrammi ER e non si sono individuati errori sintattici o semantici. Si nota che in alcuni casi non sono state indicate le cardinalità minime poiché non significative (e.g. i punti notevoli su di una autostrada sono sempre in numero significativo, una cardinalità minima 0 o 1 non è realistica)

**COMPLETO:** il diagramma copre tutti i requisiti analizzati e tutte le operazioni definite.

**LEGGIBILE:** i nomi dei concetti espressi sono stati derivati direttamente dai requisiti cercando quindi di usare un lessico consistente. Anche da un punto di vista grafico il diagramma risulta esteticamente chiaro.

**MINIMALE:** non esistono cicli né altre ripetizioni. Le uniche ridondanze introdotte riguardano:

- \* l'attributo composto casello.max\_transiti\_ora che può essere calcolato da casello.num\_porte
- \* l'attributo transito.pedaggio che può essere calcolato dato il chilometraggio percorso (derivata dalla conoscenza della coppia casello d'entrata/d'uscita), dalla/e autostrada/e percorsa e dalla classe del veicolo in oggetto.

## PROGETTAZIONE LOGICA

### analisi dei volumi

| Concetto             | Tipo | Volume  |
|----------------------|------|---|
| autostrada           | E    | 30  |
| punto notevole       | E    | 4050  |
| casello              | E    | 580   |
| svincolo             | E    | 36  |
| colonnina SOS        | E    | 2700  |
| area di servizio     | E    | 394   |
| cantiere             | E    | 200   |
| tabellone            | E    | 140   |
| classe veicolo       | E    | 5   |
| avviso               | E    | 300/giorno<br>[10 x autostrada x giorno]  |
| abbonamento telepass | E    | 6.000.000   |
| cliente              | E    | 5.500.000   |
| transito             | E    | 1.800.000 x 2/giorno (ingresso +<br>ingresso/uscita<br>[12.000 x autostrada x corsia] |
| chiamata             | E    | 200/giorno  |
| messaggio            | E    | 1400/giorno   |
| localizzazione       | R    | 4050  |
| applica              | R    | 5x30=150  |
| emesso               | R    | 300/giorno  |
| richiesta            | R    | 200/giorno  |
| visualizza           | R    | 1400/giorno   |
| ingresso             | R    | 1.800.000/giorno  |
| uscita               | R    | 1.800.000/giorno  |
| storicoM             | R    | 600.000/giorno  |
| sottoscritto         | R    | 6.000.000   |

**Table 4**  
dati ricavati da “autostrade.it”

### Ottimizzazione dell’entità “transito”

Si ritiene di poter ottenere una significativa riduzione dei volumi rivedendo la definizione dell’entità transito e dei requisiti che la caratterizzano.

In base ai requisiti dati si è definita l’entità transito in modo tale da associare ciascuna istanza ad un transito (in ingresso o in uscita) attraverso un casello. Quindi l’uso della rete autostradale da parte di un veicolo genererà la creazione di due istanze di “transito” distinte per l’ingresso e l’uscita dalla rete stessa, per un totale di  $1.800.000 \times 2 = 3.600.000$  istanze create al giorno.

E’ possibile ridurre il numero di istanze “transito” da creare a sole 1.800.000 se risultasse possibile associare univocamente ad un transito in uscita il corrispondente in ingresso. Riferendosi al caso reale, è possibile individuare univocamente un transito in ingresso se si considera oltre al casello e alla data-ora(,minuti,secondi) anche la porta del casello

utilizzata, assumendo che attraverso una porta di un casello ad un'ora specificata, può essere passato un solo veicolo.

Il modello deve essere modificato spostando gli attributi che caratterizzano le informazioni di transito attraverso i caselli (timestamp, tipo\_porta, n\_porta) nelle associazioni "ingresso" ed "uscita" [n\_porta rappresenta un identificatore (numero) univoco di porta per un dato casello]

il requisito deve essere modificato nel seguente modo:

“si DEVONO mantenere le informazioni di transito dei veicoli indicando:

- \* il transito in ingresso alla rete autostradale:
  - il casello di ingresso,
  - l'identificatore (i.e. il numero) della porta utilizzata,
  - la data e l'ora dell'attraversamento,
  - il tipo di porta attraversata,
  - la classe del veicolo,
  - il codice telepass se si tratta di porta telepass;
- \* il corrispondente transito in uscita dalla rete autostradale, noti il casello, la porta, la data e l'ora del transito in ingresso:
  - la data e l'ora dell'attraversamento,
  - il tipo di porta attraversata,
  - la classe del veicolo,
  - il codice telepass se si tratta di porta telepass,
  - il pedaggio;”

## Tavola delle operazioni

l'operazione 1: "Per ogni entità notevole (caselli, clienti, autostrade, ecc.) individuata, fornire gli statement di inserimento/modifica/eliminazione delle informazioni corrispondenti" raggruppa molte operazioni sui diversi oggetti che compongono lo schema.

le operazioni su entità quali: autostrada, punto notevole, classe veicolo; si considerano operazioni prevalentemente legate all'impianto del sistema e poco significative in termini di performance.

Viceversa si prenderanno in considerazione le seguenti:

1.1 inserimento di un avviso

1.2 inserimento di un transito in ingresso da un casello

1.3 inserimento di un transito in uscita da un casello

infatti

- l'operazione 1.1 "triggera" l'operazione 10 relativa alla ricerca dei tabelloni su cui pubblicare l'avviso stesso, quindi, sui tabelloni interessati si deve "storicizzare" il messaggio corrente inserendolo in "messaggio" ed infine aggiornare il tabellone con il nuovo messaggio (NOTA: queste ultime due operazioni: inserimento di una nuova istanza in messaggio e aggiornamento di un'istanza di tabellone; sono implicitamente definite in operazione 1).

- le operazioni 1.2 e 1.3 sono particolarmente frequenti (1.800.000 al giorno) e presumibilmente pongono problemi significativi di efficienza.

In particolare la 1.3 richiede l'esecuzione delle operazioni 5 o 6 per il calcolo del pedaggio

le operazioni 5 e 6 sono sostanzialmente la stessa operazione, vedi la formulazione della regola di derivazione 2 (RD2).

- per la ristrutturazione ed ottimizzazione dello schema ER, si terrà in considerazione anche l'operazione 7 che, pur essendo eseguita in batch, e con frequenza mensile, risulta comunque applicata sull'insieme degli abbonamenti telepass contenenti un elevato numero di istanze.

| Operazione | Tipo | Frequenza        |
|------------|------|------------------|
| op. 1.1    | I    | 300/giorno       |
| op. 1.2    | I    | 1.800.000/giorno |
| op. 1.3    | I    | 1.800.000/giorno |
| op. 2      | I    | 180.000/giorno   |
| op. 3      | I    | 180.000/giorno   |
| op. 4      | B    | 1/mese           |
| op. 5/6    | I    | 1.800.000/giorno |
| op. 7      | B    | 6.000.000/mese   |
| op. 8      | B    | 580/mese         |
| op. 9      | B    | 580/mese         |
| op. 10     | I    | 300/giorno       |
| op. 11     | B    | 1/mese           |
| op. 12     | B    | 1/mese           |
| op. 13     | I    | 180.000/giorno   |

Table 5

## Ristrutturazione dello schema ER

### *Eliminazione della generalizzazione “punto notevole”*

le entità figlie della gerarchia evidenziano le seguenti caratteristiche:

1. la generalizzazione è totale (quindi le istanze delle entità figlie coprono tutte le occorrenze dei punti notevoli da rappresentare)
2. le proprietà, gli attributi e le operazioni sui dati si differenziano per ogni tipo di punto notevole (i.e. per ogni entità figlia).
3. non sono presenti operazioni che riguardano esclusivamente l'entità padre

analisi delle soluzioni:

1. accorpare le entità figlie al padre implica:
  - \* un aumento dei volumi a causa della presenza di un notevole numero di attributi nulli per ogni istanza,
  - \* un maggior numero di accessi causato dalla necessità di isolare tra tutte le istanze del padre le sole relative ai punti notevoli della specifica tipologia richiesta per l'operazione in esame.
2. accorpare l'entità padre nelle entità figlie implica:
  - \* diminuire la dimensione totale dei dati poiché non si introducono attributi nulli,
  - \* minimizzare il numero di accessi per ogni operazione che richiede l'accesso ai soli punti notevoli di una specifica tipologia.
3. sostituzione della generalizzazione con associazioni
  - \* non è giustificata dalla presenza di alcuna operazione riguardante la sola entità padre.
  - \* inoltre sarebbe necessario creare e gestire vincoli atti a garantire la coerenza tra le istanze delle entità padre e figlie, aggiungendo, quindi, un inutile elemento di complessità.

Si ritiene che la migliore soluzione sia l'accorpamento del padre nelle entità figlie.

### ereditarietà di IDpunto

L'attributo chiave “IDpunto” viene ereditato dalle entità figlie. Nel caso specifico dell'entità “casello” dove l'attributo nome è stato segnalato come possibile chiave uivoca, si sceglie, per uniformità, di assegnare a IDpunto il ruolo di chiave e di indicare nome come attributo semplice.

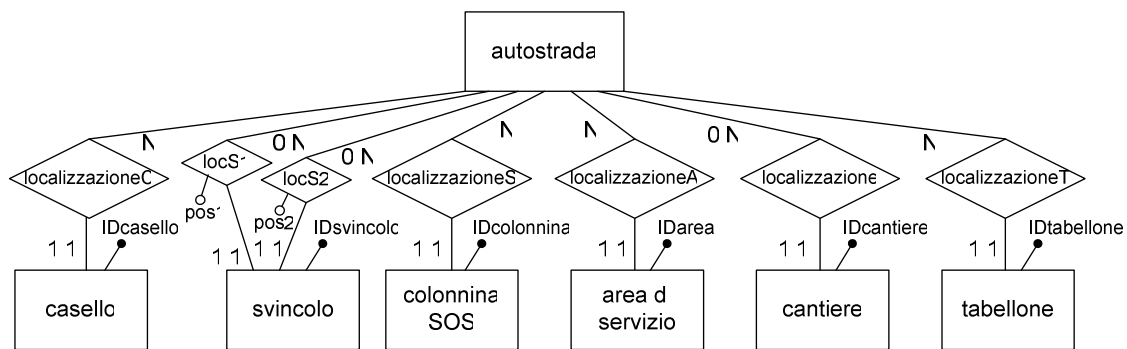
### restrizione dell'associazione “localizzazione” e attributo “posizione”

con esclusione dell'entità svincolo, per tutte le altre entità figlie, la restrizione dell'associazione localizzazione assume una cardinalità (1,1) verso tali entità; l'attributo posizione può essere rappresentato come attributo proprio delle entità figlie piuttosto che dell'associazione.

Per il caso particolare dell'entità svincolo, la cardinalità dell'associazione localizzazione verso tale entità è pari a 2, i.e. **uno svincolo collega sempre due e due sole autostrade** [questa affermazione deve essere un RAFFINAMENTO SPECIFICA].

***Partizionamento dell'associazione “locS (localizzazione svincolo)”***

Conviene partizionare l'associazione tra autostrada e svincolo in due distinte associazioni ognuna delle quali è caratterizzata dall'attributo posizione dello svincolo rispetto all'autostrada associata. La cardinalità relativa alla partecipazione di svincolo a ciascuna associazione viene così ridotta ad 1.



**Figure 16**

## Analisi delle ridondanze

attributo transito.pedaggio

le modalità di calcolo del pedaggio sono definite dalle operazioni 5 e 6 (si userà solo la 5 per semplicità) e riportate nella regola di derivazione RD2.

facendo riferimento al caso reale, il pedaggio deve essere calcolato al momento in cui un veicolo transita in uscita da un casello (operazione 1.3) per effettuare le operazioni di pagamento.

Quindi nel momento in cui si crea/aggiorna la relativa istanza di “transito” è noto il valore da assegnare all’attributo pedaggio.

valutiamo il costo dell’operazione 1.3 che comprende l’operazione 5:

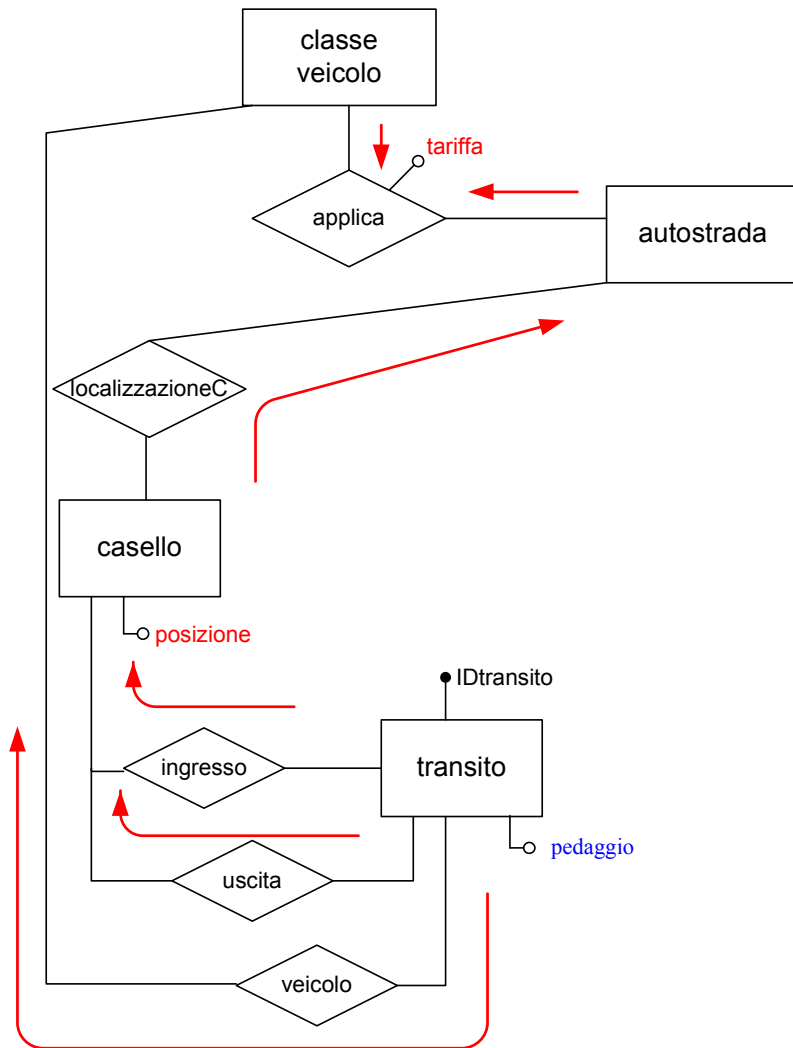


Figure 17



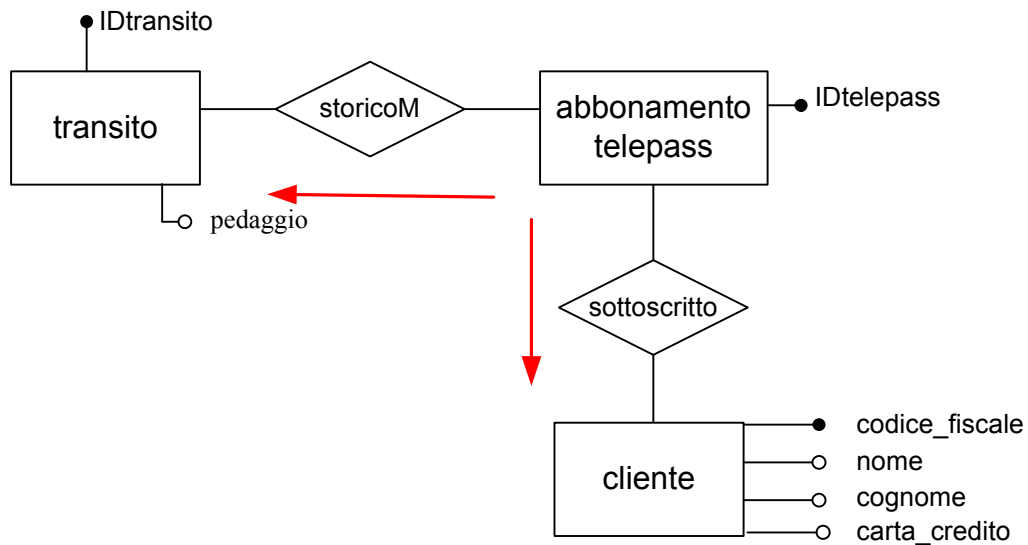
gli accessi richiesti da questa operazione sono evidenziati nella seguente tabella:

| concetto        | costrutto | accesso | tipo |
|-----------------|-----------|---------|------|
| transito        | E         | 1       | S    |
| ingresso        | R         | 1       | L    |
| uscita          | R         | 1       | L    |
| casello         | E         | 2       | L    |
| localizzazioneC | R         | 1       | L    |
| autostrada      | E         | 1       | L    |
| veicolo         | R         | 1       | L    |
| classe veicolo  | E         | 1       | L    |
| applica         | R         | 1       | L    |

**Table 6**

il numero di accessi richiesti da tale calcolo, valutando doppio il costo dell'accesso in scrittura, è pari a 10. Poiché il numero di transiti in uscita giornalieri è stimato in 1.800.000 passaggi, il costo giornaliero di tale operazione risulta essere di 18.000.000 di accessi. Il costo mensile diventa 540.000.000 di accessi.

valutiamo il costo dell'operazione 7 con presenza di ridondanza relativa all'attributo transito.pedaggio



| concetto                | costrutto | accesso | tipo |
|-------------------------|-----------|---------|------|
| abbonamento<br>telepass | E         | 1       | L    |
| storicoM                | R         | N       | L    |
| transito                | E         | N       | L    |
| sottoscritto            | R         | 1       | L    |
| cliente                 | E         | 1       | L    |

**Table 7**

il numero di accessi richiesti da tale calcolo è pari a  $3+2N$  dove con  $N$  si indica il numero di passaggi in uscita realizzati in media da ciascun abbonamento telepass. Considerando i dati giornalieri e mensili disponibili dalla tavola dei volumi la precedente tabella può essere così rivalutata:

| concetto                | costrutto | accesso        | tipo |
|-------------------------|-----------|----------------|------|
| abbonamento<br>telepass | E         | 6.000.000      | L    |
| storicoM                | R         | $30 * 600.000$ | L    |
| transito                | E         | $30 * 600.000$ | L    |
| sottoscritto            | R         | 6.000.000      | L    |
| cliente                 | E         | 6.000.000      | L    |

**Table 8**

otteniamo il seguente n. di accessi:

$$3 * 6.000.000 + 2 * 30 * 600.000 = 54.000.000 \text{ accessi/mese}$$

il costo dell'operazione 7 senza presenza di ridondanza relativamente all'attributo transito.pedaggio si deriva dal calcolo precedente considerando che per ogni accesso ad un istanza di transito è necessario realizzare 8 ulteriori accessi in lettura per il calcolo del pedaggio (si applica la tabella 6 eliminando l'accesso in scrittura di transito). In totale:  
 $3 * 6.000.000 + 10 * 30 * 600.000 = 198.000.000$  accessi/mese  
senza un beneficio per l'operazione 1.3 che non viene modificata in termini di accessi richiesti.

Il risparmio in termini di accessi è, come atteso, significativo in presenza di ridondanza. L'incremento di volume, richiesto per l'attributo pedaggio, considerando che un intero è codificato in 4 bytes, è pari a  $4 * 1.800.000 * 30 = 216.000.000$  bytes per registrare le operazioni di ogni mese.

la tabella seguente riassume i risultati ottenuti

|                  | op5<br>accessi/mese | op7<br>accessi/mese | attributo transito.pedaggio<br>volume |
|------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------------|
| con ridondanza   | 540.000.000         | 54.000.000          | + 216Mb                               |
| senza ridondanza | 540.000.000         | 198.000.000         | 0                                     |

**Table 9**

La scelta tra le due soluzioni può essere effettuata valutando la capacità della memoria di massa nonché le performace del DBMS e del sistema di calcolo utilizzati, rivalutando, eventualmente, le scelte architetturali relative alla struttura complessiva del sistema di gestione.

Ai fini dell'esercizio di decide di prediligere la soluzione con ridondanza che minimizza il numero degli accessi.

### ***Eliminazione degli attributi multivalore***

E' necessario eliminare l'attributo multivalore casello.località\_raggiugibile promuovendolo ad entità con attributi località\_nome (assunta come chiave dell'entità) e località\_distanza.

### ***Identificatori principali***

Le chiavi sono già state definite per ogni entità durante la progettazione concettuale e opportunamente considerate durante la ristrutturazione sviluppata nella fase di progettazione logica.

## SCHEMA E-R RISULTANTE

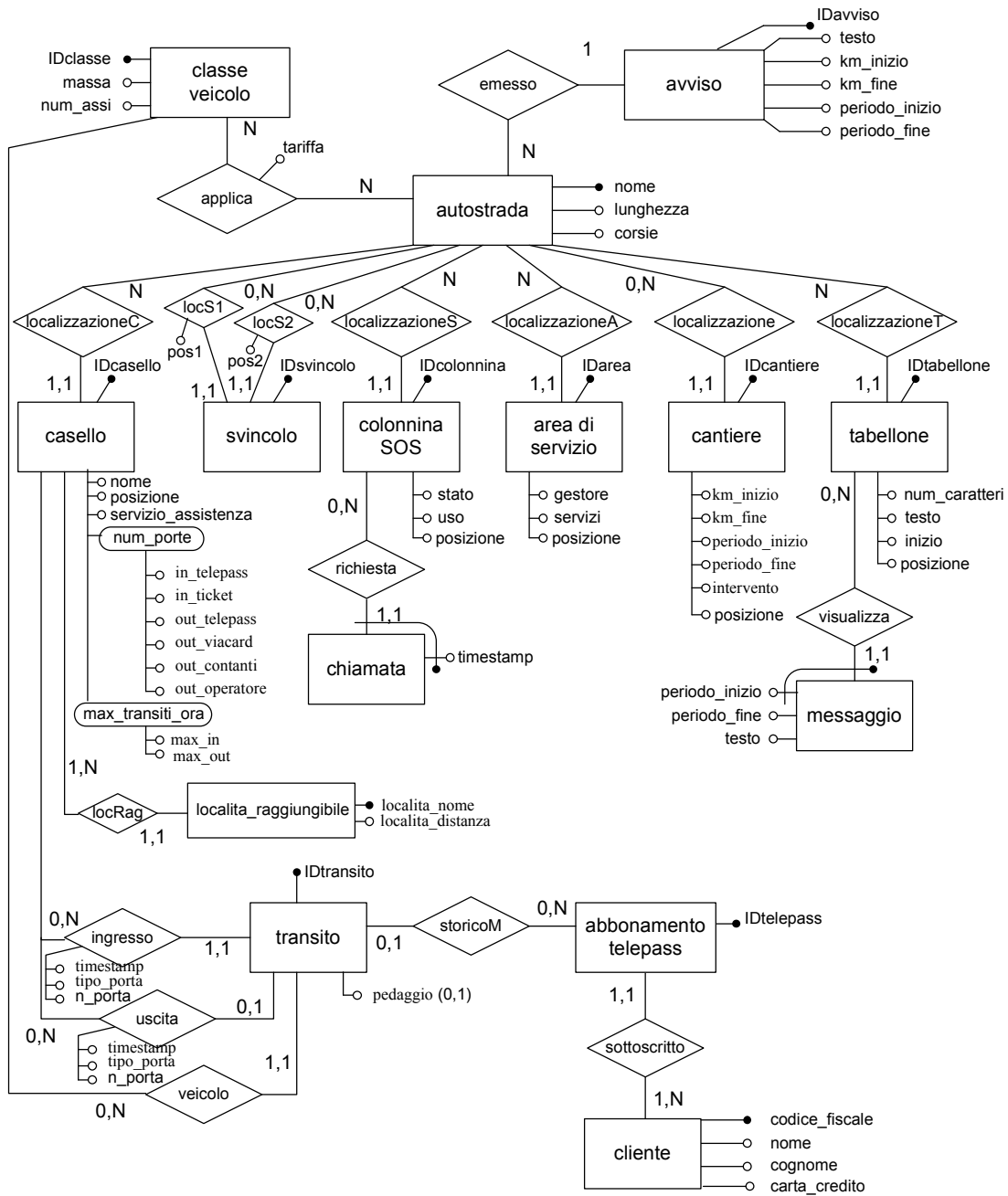


Figure 18

## Traduzione al modello relazionale

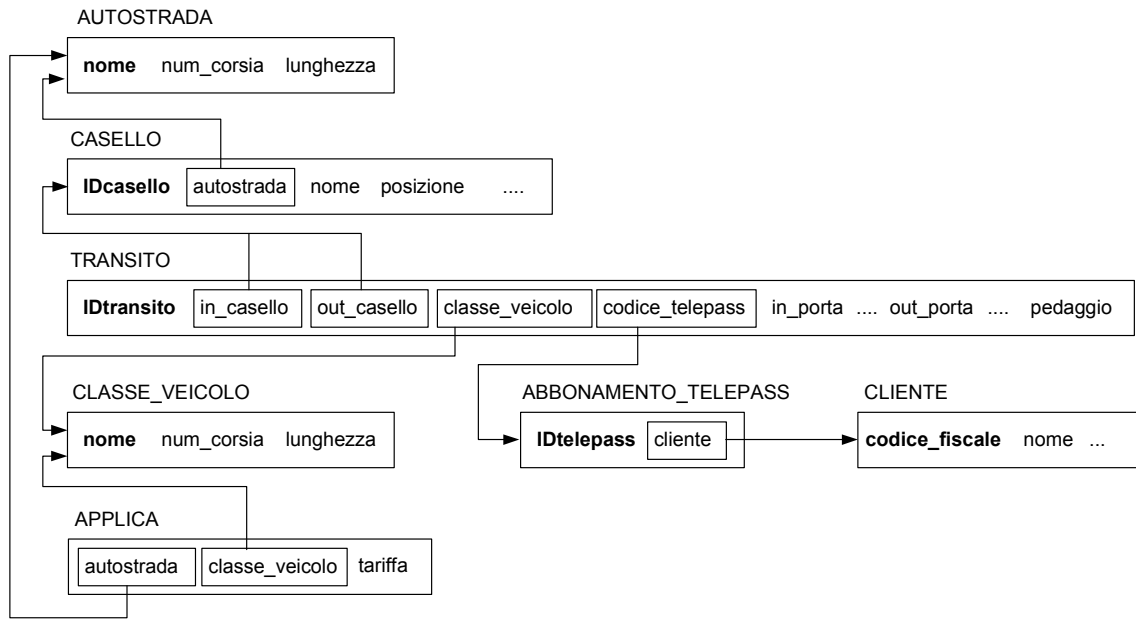
**autostrada**(nome, lunghezza, corsie)  
**classe\_veicolo**(IDclasse, massa, num\_assi)  
**applica**(autostrada, classe\_veicolo, tariffa)  
**casello**(IDcasello, autostrada, nome, posizione, servizio\_assistenza, in\_telepass, in\_ticket, out\_telepass, out\_viacard, out\_contanti, out\_operatore, max\_in, max\_out)  
**località\_raggiungibile**(casello, localita\_nome, localita\_distanza)  
**svincolo**(IDsvincolo, autostrada1, pos1, autostrada2, pos2)  
**colonnina\_SOS**(IDcolonnina, autostrada, stato, uso, posizione)  
**area\_servizio**(IDarea, autostrada, gestore, servizi, posizione)  
**cantiere**(IDcantiere, autostrada, km\_inizio, km\_fine, periodo\_inizio, periodo\_fine, intervento, posizione)  
**tabellone**(IDtabellone, autostrada, num\_caratteri, testo, inizio, posizione)  
**avviso**(IDavviso, autostrada, testo, km\_inizio, km\_fine, periodo\_inizio, periodo\_fine)  
**messaggio**(tabellone, periodo\_inizio, periodo\_fine, testo)  
**chiamata**(colonninaSOS, timestamp)  
**cliente**(codice\_fiscale, nome, cognome, carta\_credito)  
**abbonamento\_telepass**(IDtelepass, cliente)  
**transito**(IDtransito, in\_casello, in\_porta, in\_tipo\_porta, in\_timestamp, out\_casello, out\_porta, out\_tipo\_porta, out\_timestamp, classe\_veicolo, codice\_telepass, pedaggio)

### *vincoli di integrità referenziale*

I vincoli di integrità referenziale sono espressi nel modello relazionale in carattere italico sottolineato. I nomi utilizzati sono autoesplicativi:

autostrada è una chiave esterna con vincolo di integrità referenziale verso l'attributo autostrada.nome

nella figura seguente si riporta una schema grafico dei vincoli di integrità referenziale relativamente alle sole relazioni utilizzate per l'analisi delle ridondanze effettuato precedentemente



**Figure 19**

## IMPLEMENTAZIONE

DBMS utilizzato: Firebird

### creazione del DB, dei domini e delle relazioni

```
CREATE DATABASE 'D:\temp\autostrade.fdb'
user 'SYSDBA' password 'masterkey';

CONNECT D:\temp\autostrade.fdb user SYSDBA password masterkey;

CREATE DOMAIN PINType AS CHAR NOT NULL CHECK (VALUE IN
('in_telepass', 'in_ticket'));
CREATE DOMAIN POUTType AS CHAR NOT NULL CHECK (VALUE IN
('out_telepass', 'out_viacard', 'out_contanti', 'out_operatore'));
CREATE DOMAIN SAType AS CHAR NOT NULL CHECK (VALUE IN ('Y', 'N'));

CREATE TABLE autostrada (
    IDautostrada CHAR(3),
    descr VARCHAR(50),
    lunghezza INTEGER,
    corsie SMALLINT,
    PRIMARY KEY(IDautostrada));

CREATE TABLE casello (
    IDcasello INTEGER,
    autostrada CHAR(3),
    nome VARCHAR(30),
    posizione INTEGER,
    servizio_assistenza SAType,
    in_telepass SMALLINT,
    in_ticket SMALLINT,
    out_telepass SMALLINT,
    out_viacard SMALLINT,
    out_contanti SMALLINT,
    out_operatore SMALLINT,
    max_in INTEGER,
    max_out INTEGER,
    PRIMARY KEY(IDcasello),
    FOREIGN KEY(autostrada) REFERENCES autostrada(IDautostrada));

CREATE TABLE svincolo (
    IDsvincolo INTEGER,
    autostrada1 CHAR(3),
    pos1 INTEGER,
    autostrada2 CHAR(3),
    pos2 INTEGER,
    PRIMARY KEY(IDsvincolo),
    FOREIGN KEY(autostrada1) REFERENCES autostrada(IDautostrada),
```

```

FOREIGN KEY(autostrada2) REFERENCES autostrada(IDautostrada));

CREATE TABLE colonnina_SOS (
    IDcolonnina INTEGER,
    autostrada CHAR(3),
    stato SAType,
    uso INTEGER,
    posizione INTEGER,
    PRIMARY KEY(IDcolonnina),
    FOREIGN KEY(autostrada) REFERENCES autostrada(IDautostrada));

CREATE TABLE area_servizio (
    IDarea INTEGER,
    autostrada CHAR(3),
    gestore VARCHAR(50),
    servizi VARCHAR(255),
    posizione INTEGER,
    PRIMARY KEY(IDarea),
    FOREIGN KEY(autostrada) REFERENCES autostrada(IDautostrada));

CREATE TABLE cantiere (
    IDCantiere INTEGER,
    autostrada CHAR(3),
    km_inizio INTEGER,
    km_fine INTEGER,
    periodo_inizio DATE,
    periodo_fine DATE,
    intervento VARCHAR(255),
    posizione INTEGER,
    PRIMARY KEY(IDCantiere),
    FOREIGN KEY(autostrada) REFERENCES autostrada(IDautostrada));

CREATE TABLE tabellone (
    IDtabellone INTEGER,
    autostrada CHAR(3),
    num_caratteri SMALLINT,
    testo VARCHAR(255),
    inizio TIMESTAMP,
    posizione INTEGER,
    PRIMARY KEY(IDtabellone),
    FOREIGN KEY(autostrada) REFERENCES autostrada(IDautostrada));

CREATE TABLE avviso (
    IDavviso INTEGER,
    autostrada CHAR(3),
    testo VARCHAR(255),
    km_inizio INTEGER,
    km_fine INTEGER,
    periodo_inizio TIMESTAMP,
    periodo_fine TIMESTAMP,
    PRIMARY KEY(IDavviso),
    FOREIGN KEY(autostrada) REFERENCES autostrada(IDautostrada));

CREATE TABLE località_raggiungibile (
    casello INTEGER,
    localita_nome VARCHAR(255),
    localita_distanza INTEGER,

```



```

PRIMARY KEY(localita_nome),
FOREIGN KEY(casello) REFERENCES casello(IDcasello));

CREATE TABLE classe_veicolo (
    IDclasse CHAR,
    massa SMALINT,
    num_assi SMALLINT,
    PRIMARY KEY(IDclasse));

CREATE TABLE applica (
    autostrada CHAR(3),
    classe_veicolo CHAR,
    tariffa INTEGER,
    PRIMARY KEY(autostrada, classe_veicolo),
    FOREIGN KEY(autostrada) REFERENCES autostrada(IDautostrada),
    FOREIGN KEY(classe_veicolo) REFERENCES classe_veicolo(IDclasse));

CREATE TABLE messaggio (
    tabellone INTEGER,
    periodo_inizio TIMESTAMP,
    periodo_fine TIMESTAMP,
    testo VARCHAR(255),
    PRIMARY KEY(tabellone, periodo_inizio),
    FOREIGN KEY(tabellone) REFERENCES tabellone(IDtabellone));

CREATE TABLE chiamata (
    colonninaSOS INTEGER,
    timestamp TIMESTAMP,
    PRIMARY KEY(colonninaSOS, timestamp),
    FOREIGN KEY(colonninaSOS) REFERENCES colonninaSOS(IDcolonnina));

CREATE TABLE abbonamento_telepass (
    IDtelepass INTEGER,
    cliente CHAR(16),
    PRIMARY KEY(IDtelepass),
    FOREIGN KEY(cliente) REFERENCES cliente(codice_fiscale));

CREATE TABLE cliente (
    codice_fiscale CHAR(16),
    nome VARCHAR(30),
    cognome VARCHAR(30),
    carta_credito CHAR(16),
    PRIMARY KEY(codice_fiscale))

CREATE TABLE transito (
    IDtransito INTEGER,
    in_casello INTEGER,
    in_porta SMALLINT,
    in_tipo_porta PINType,
    in_timestamp TIMESTAMP,
    out_casello INTEGER,
    out_porta SMALLINT,
    out_tipo_porta POUTType,
    out_timestamp TIMESTAMP,
    classe_veicolo CHAR,
    codice_telepass INTEGER,
    pedaggio INTEGER,

```

```
PRIMARY KEY(IDtransito),  
FOREIGN KEY(in_casello) REFERENCES casello(IDcasello),  
FOREIGN KEY(out_casello) REFERENCES casello(IDcasello),  
FOREIGN KEY(classe_veicolo) REFERENCES classe_veicolo(IDclasse),  
FOREIGN KEY(codice_telepass) REFERENCES  
abbonamento_telepass(IDtelepass));
```

## operazione 1.

Per ogni entità notevole (caselli, clienti, autostrade, ecc.) individuata, fornire gli statement di inserimento, modifica, eliminazione delle informazioni corrispondenti.

-- RELAZIONE AUTOSTRADA --

```
INSERT INTO autostrada VALUES
  ('A1','Autostrada del Sole (Milano - Napoli)', 753,6);
INSERT INTO autostrada VALUES
  ('A14','Autostrada Adriatica (Bologna - Taranto)', 743,4);
INSERT INTO autostrada VALUES
  ('A24','Strada dei Parchi (Roma - L'Aquila - Teramo)', 158,4);
INSERT INTO autostrada VALUES
  ('A25','Strada dei Parchi (Torano - Pescara)', 114,4);
```

-- RELAZIONE CASELLO --

```
INSERT INTO casello VALUES
  (27, 'A1', 'Napoli Nord', 753, 'Y', 1, 2, 1, 1, 0, 2, 1000, 1000);
INSERT INTO casello VALUES
  (49, 'A1', 'Roma G.R.A.', 554, 'Y', 1, 2, 1, 1, 0, 2, 1000, 1000);
INSERT INTO casello VALUES
  (15, 'A1', 'Firenze Nord', 280, 'Y', 1, 2, 1, 1, 0, 2, 1000, 1000);
INSERT INTO casello VALUES
  (41, 'A1', 'S.Donato Milanese', 0, 'Y', 1, 2, 1, 1, 0, 2, 1000, 1000);
INSERT INTO casello VALUES
  (59, 'A24', 'Roma G.R.A.', 0, 'Y', 1, 2, 1, 1, 0, 2, 1000, 1000);
INSERT INTO casello VALUES
  (53, 'A24', 'Carsoli - Oricola', 50, 'Y', 1, 2, 1, 1, 0, 2, 1000, 1000);
INSERT INTO casello VALUES
  (51, 'A24', 'Assergi', 117, 'Y', 1, 2, 1, 1, 0, 2, 1000, 1000);
INSERT INTO casello VALUES
  (61, 'A24', 'Teramo', 158, 'Y', 1, 2, 1, 1, 0, 2, 1000, 1000);
INSERT INTO casello VALUES
  (64, 'A24', 'Val Vomano', 152, 'Y', 1, 2, 1, 1, 0, 2, 1000, 1000);
```

-- RELAZIONE SVINCOLO --

```
INSERT INTO svincolo VALUES (1, 'A24', 11, 'A1', 562);
INSERT INTO svincolo VALUES (2, 'A25', 0, 'A24', 72);
INSERT INTO svincolo VALUES (3, 'A25', 114, 'A14', 72);
```

-- RELAZIONE TABELLONE --

```
INSERT INTO tabellone VALUES
  (1, 'A24', 255, 'NON SUPERARE I LIMITI DI VELOCITA',
    'JAN-14-2009 00:00', 10);
INSERT INTO tabellone VALUES
  (2, 'A24', 255, 'NON SUPERARE I LIMITI DI VELOCITA',
    'JAN-14-2009 00:00', 49);
INSERT INTO tabellone VALUES
  (3, 'A24', 255, 'NON SUPERARE I LIMITI DI VELOCITA',
    'JAN-14-2009 00:00', 70);
INSERT INTO tabellone VALUES
  (4, 'A24', 255, 'NON SUPERARE I LIMITI DI VELOCITA',
    'JAN-14-2009 00:00', 100);
INSERT INTO tabellone VALUES
```

```
(5,'A24',255, 'NON SUPERARE I LIMITI DI VELOCITA',  
  'JAN-14-2009 00:00', 150);
```

## operazione 1.1

inserimento di un avviso

```
CREATE GENERATOR KeyAvviso;

SET TERM !! ;
CREATE TRIGGER storico_messaggio FOR tabellone BEFORE UPDATE
AS
BEGIN

    INSERT INTO messaggio
    VALUES (
        OLD.IDtabellone,
        OLD.periodo_inizio,
        NOW(),
        OLD.testo
    );

END !!
SET TERM ; !!

SET TERM !! ;
CREATE TRIGGER nuovo_avviso FOR avviso AFTER INSERT
AS
BEGIN

    EXECUTE PROCEDURE nuovo_avviso
        NEW.IDavviso,
        NEW.autostrada,
        NEW.testo,
        NEW.km_inizio,
        NEW.km_fine,
        NEW.periodo_inizio,
        NEW.periodo_fine;

END !!
SET TERM ; !!

SET TERM !! ;
SET PROCEDURE nuovo_avviso
(
    IDavviso      INTEGER,
    autostrada    CHAR(3),
    testo         VARCHAR(255),
    km_inizio     INTEGER,
    km_fine       INTEGER,
    periodo_inizio TIMESTAMP,
    periodo_fine  TIMESTAMP
)
AS
BEGIN

    UPDATE tabellone SET testo=:testo, inizio=NOW()
```

```

        WHERE IDtabellone IN
        (
            SELECT T.IDtabellone FROM tabellone T JOIN avviso A
            ON A.IDavviso = :IDavviso AND
            A.autostrada = T.autostrada
            WHERE A.km_inizio-5 < T.posizione AND
            T.posizione < A.km_fine+5
        );
    END !!
SET TERM ; !!

INSERT INTO avviso VALUES
    (GEN_ID(KeyAvviso,1), 'A24',
    'NEBBIA TRA CARSOLI E COLLEDARA',
    50,136,NOW(),NOW()+'5hour');
INSERT INTO avviso VALUES
    (GEN_ID(KeyAvviso,1), 'A24',
    'NEVICATE TRA VALLE DEL SALTO E ASSERGI',
    74,117,'14-Jan-2009 20:00','15-Jan-2009 12:00');

```

-- SOLUZIONE ALTERNATIVA --

```

CREATE GENERATOR KeyAvviso;

SET TERM !! ;
CREATE TRIGGER storico_messaggio FOR tabellone BEFORE UPDATE
AS
    BEGIN

        INSERT INTO messaggio
        VALUES (
            OLD.IDtabellone,
            OLD.periodo_inizio,
            NOW(),
            OLD.testo
        );

    END !!
SET TERM ; !!

SET TERM !! ;
SET PROCEDURE nuovo_avviso
(
    autostrada      CHAR(3),
    testo           VARCHAR(255),
    km_inizio       INTEGER,
    km_fine         INTEGER,
    periodo_inizio  TIMESTAMP,
    periodo_fine    TIMESTAMP
)
AS

```

```

DECLARE VARIABLE IDavviso INTEGER;

BEGIN

    :IDavviso = GEN_ID(KeyAvviso, 1);

    INSERT INTO avviso
        VALUES (
            :IDavviso,
            :autostrada,
            :testo,
            :km_inizio,
            :km_fine,
            :periodo_inizio,
            :periodo_fine
        );

    UPDATE tabellone
        SET
            testo=:testo,
            inizio=NOW()
        WHERE
            IDtabellone IN (
                SELECT T.IDtabellone
                FROM tabellone T JOIN avviso A
                ON      A.IDavviso = :IDavviso
                   AND A.autostrada = T.autostrada
                WHERE A.km_inizio-5 < T.posizione
                   AND T.posizione < A.km_fine+5
            );

    END !!
SET TERM ; !!

EXECUTE PROCEDURE nuovo_avviso
    GEN_ID(KeyAvviso,1),
    'A24',
    'NEBBIA TRA CARSOLI E COLLEDARA',
    50,
    136,
    NOW(),
    NOW()+'5hour';
EXECUTE PROCEDURE nuovo_avviso
    GEN_ID(KeyAvviso,1),
    'A24',
    'NEVICATE TRA VALLE DEL SALTO E ASSERGI',
    74,
    117,
    '14-Jan-2009 20:00',
    '15-Jan-2009 12:00';

```

## operazione 1.2

inserimento di un transito in ingresso da un casello

```
CREATE GENERATOR KeyTransito;

SET TERM !! ;
SET PROCEDURE ingresso
(
    in_casello      INTEGER,
    in_porta        SMALLINT,
    in_tipo_porta   PINType,
    classe_veicolo  CHAR,
    codice_telepass INTEGER,
)
AS
BEGIN

    INSERT INTO transito
    VALUES (
        GEN_ID(KeyTransito,1),
        :in_casello,
        :in_porta,
        :in_tipo_porta,
        NOW(),
        0,
        0,
        NULL,
        NULL,
        :classe_veicolo,
        :codice_telepass,
        0
    )

END !!
SET TERM ; !!
```



### operazione 1.3

inserimento di un transito in uscita da un casello

```
CREATE EXCEPTION ingresso_inesistente 'evento di ingresso non trovato';
CREATE EXCEPTION classe_diversa 'classe del veicolo non conforme';
CREATE EXCEPTION telepass_diverso 'codice telepass non conforme';

SET TERM !! ;
SET PROCEDURE uscita
(
    in_casello      INTEGER,
    in_porta        SMALLINT,
    in_tipo_porta   PINType,
    in_timestamp    TIMESTAMP,
    out_casello     INTEGER,
    out_porta       SMALLINT,
    out_tipo_porta  POUTType,
    classe_veicolo  CHAR,
    codice_telepass INTEGER,
)
AS

    DECLARE VARIABLE IDtransito INTEGER;

    BEGIN

        SELECT IDtransito, classe_veicolo, codice_telepass
        FROM transito
        WHERE in_casello=:in_casello AND in_timestamp=:in_timestamp
        INTO :IDtransito, :in_classe_veicolo, :in_codice_telepass;

        IF (:IDtransito IS NULL) THEN EXCEPTION
ingresso_inesistente;
        IF (:in_classe_veicolo <> :classe_veicolo) THEN EXCEPTION
classe_diversa;
        IF (:in_codice_telepass <> codice_telepass) THEN EXCEPTION
telepass_diverso;

        EXECUTE PROCEDURE calcolo_pedaggio
            :in_casello, :out_casello, :classe_veicolo
            RETURNING_VALUES :pedaggio;

        UPDATE transito
        SET out_casello=:out_casello, out_porta=:out_porta,
out_tipo_porta=:out_tipo_porta,
            out_timestamp=NOW(), pedaggio=:pedaggio
        WHERE IDtransito=:IDtransito;

    END !!
SET TERM ; !!
```

### **operazione 2.**

Data un'autostrada e una posizione su di essa espressa in km (a partire dall'origine), individuare:

- a. Il successivo casello (nome e distanza da percorrere per raggiungerlo).
- b. La successiva area di servizio (gestore e distanza da percorrere per raggiungerla).

### **operazione 3.**

Data un'autostrada e una posizione su di essa espressa in km, nonché un'autonomia di viaggio (cioè il numero massimo di km che è possibile percorrere a partire dal punto attuale) individuare:

- a. L'ultimo distributore disponibile per fare rifornimento prima che l'autonomia si esaurisca.
- b. (Opzionale) Le principali località raggiungibili.

### **operazione 4.**

Classificare i punti delle nostre autostrade in cui si verificano più richieste di soccorso (tramite le colonnine SOS).

### operazione 5.

Dato un casello di entrata e uno di uscita sulla stessa autostrada calcolare il pedaggio dovuto per un veicolo di una particolare classe.

```
CREATE EXCEPTION autostrade_diverse 'i caselli di ingresso e di uscita
insistono su autostrade diverse';

SET TERM !! ;
SET PROCEDURE calcolo_pedaggio
(
    in_casello      INTEGER,
    out_casello     INTEGER,
    classe_veicolo  CHAR,
)
RETURNS (pedaggio INTEGER)
AS

    DECLARE VARIABLE tariffa INTEGER;
    DECLARE VARIABLE in_posizione INTEGER;
    DECLARE VARIABLE out_posizione INTEGER;
    DECLARE VARIABLE in_autostrada CHAR(3);
    DECLARE VARIABLE out_autostrada CHAR(3);

    BEGIN

        SELECT autostrada, posizione
        FROM casello
        WHERE IDcasello = :in_casello
        INTO :in_autostrada, in:posizione;

        SELECT autostrada, posizione
        FROM casello
        WHERE IDcasello = :out_casello
        INTO :out_autostrada, out:posizione;

        IF (:in_autostrada <> :out_autostrada)
            THEN EXCEPTION autostrade_diverse;

        SELECT tariffa
        FROM applica
        WHERE autostrada = :in_autostrada
            AND classe_veicolo = :classe_veicolo
        INTO :tariffa;

        :pedaggio = (:out_posizione - :in_posizione) * :tariffa;
        IF (:pedaggio < 0)
            THEN :pedaggio = - :pedaggio;

        EXIT;

    END !!
SET TERM ; !!
```

## operazione 6.

Dato un casello di entrata e uno di uscita situato su autostrade diverse, verificare se esiste uno svincolo tra le due autostrade (dopo il casello di entrata e prima di quello di uscita, naturalmente) e calcolare il pedaggio composto, considerando i km percorsi su un'autostrada e sull'altra.

```
SET TERM !! ;
SET PROCEDURE calcolo_pedaggio_op6
(
    in_casello      INTEGER,
    out_casello     INTEGER,
    classe_veicolo  CHAR,
)
RETURNS (pedaggio INTEGER)
AS

    DECLARE VARIABLE in_tariffa INTEGER;
    DECLARE VARIABLE out_tariffa INTEGER;
    DECLARE VARIABLE in_posizione INTEGER;
    DECLARE VARIABLE out_posizione INTEGER;
    DECLARE VARIABLE in_autostrada CHAR(3);
    DECLARE VARIABLE out_autostrada CHAR(3);
    DECLARE VARIABLE IDsvincolo INTEGER;
    DECLARE VARIABLE pos1 INTEGER;
    DECLARE VARIABLE pos2 INTEGER;
    DECLARE VARIABLE pedaggio1 INTEGER;
    DECLARE VARIABLE pedaggio2 INTEGER;

    BEGIN

        SELECT autostrada, posizione
        FROM casello
        WHERE IDcasello = :in_casello
        INTO :in_autostrada, in:posizione;

        SELECT autostrada, posizione
        FROM casello
        WHERE IDcasello = :out_casello
        INTO :out_autostrada, out:posizione;

        SELECT IDsvincolo, posizioned1, posizioned2
        FROM svincolo
        WHERE autostrada1=:in_autostrada
        AND autostrada2=:out_autostrada
        INTO :IDsvincolo, :pos1, :pos2

        IF (IDsvincolo IS NULL) THEN
            BEGIN

                SELECT IDsvincolo, posizioned1, posizioned2
                FROM svincolo
                WHERE autostrada1=:out_autostrada
```

```

        AND autostrada2=:in_autostrada
        INTO :IDsvincolo,:pos2,:pos1;

    IF (IDsvincolo IS NULL) THEN
        EXCEPTION autostrade_diverse;

    END

    SELECT tariffa
    FROM applica
    WHERE autostrada = :in_autostrada
        AND classe_veicolo = :classe_veicolo
    INTO :in_tariffa;

    SELECT tariffa
    FROM applica
    WHERE autostrada = :out_autostrada
        AND classe_veicolo = :classe_veicolo
    INTO :out_tariffa;

    :pedaggio1 = (:pos1 - :in_posizione) * :in_tariffa
    IF (:pedaggio1 < 0) THEN :pedaggio1 = - :pedaggio1;

    :pedaggio2 = (:pos2 - :out_posizione) * :out_tariffa;
    IF (:pedaggio2 < 0) THEN :pedaggio2 = - :pedaggio2;

    :pedaggio = :pedaggio1 + :pedaggio2;

    EXIT;

    END !!
SET TERM ; !!

```

## operazione 7.

Dato un abbonamento telepass, calcolare l'estratto conto mensile, che riporta tutti i transiti in autostrada effettuati nel mese (coppie casello di entrata - casello di uscita) e il relativo pedaggio (è possibile realizzare una versione semplice di questa query, che considera solo percorsi sulla stessa autostrada, oppure una più avanzata, che considera anche eventualmente i percorsi che coprono autostrade diverse, come descritto nella query precedente).

NOTA: questa operazione risulta semplificata dalla scelta di ridondare l'attributo transito.pedaggio. Si resolve con la seguente interrogazione:

```
SELECT C_IN.autostrada, C_IN.nome, T.in_timestamp,
       C_OUT.autostrada, C_OUT.nome, T.out_timestamp,
       T.classe_veicolo, T.pedaggio
FROM transito T, casello C_IN, casello C_OUT
WHERE T.codice_telepass = :IDtelepass
      AND C_IN.IDcasello = T.in_casello
      AND C_OUT.IDcasello = T.out_casello;
```

```
-- MySQL
SELECT C_IN.autostrada, C_IN.nome, T.timestamp,
       C_OUT.autostrada, C_OUT.nome, T.timestamp,
       T.classe_veicolo, T.pedaggio
FROM transito T JOIN casello C_IN JOIN casello C_OUT
  ON      C_IN.IDcasello = T.in_casello
     AND C_OUT.IDcasello = T.out_casello
WHERE T.codice_telepass = :IDtelepass;
```

**operazione 8.**

Dato un casello, verificare qual è la provenienza più comune dei veicoli che escono da esso (usando lo storico delle uscite del casello).

**operazione 9.**

Dato un casello, verificare in quali giorni il numero totale di veicoli in transito (calcolato dallo storico) ha superato la soglia del 75% della capacità massima del casello stesso.

**operazione 10.**

Dato un avviso, cercare tutti i tabelloni luminosi su cui dovrebbe essere pubblicato (cioè che si trovano all'interno dell'area interessata dall'avviso).

```
SELECT T.IDtabellone
FROM tabellone T JOIN avviso A
ON      A.IDavviso = :IDavviso
      AND A.autostrada = T.autostrada
WHERE A.km_inizio-5 < T.posizione
      AND T.posizione < A.km_fine+5;
```

**operazione 11.**

Individuare l'autostrada correntemente interessata dal maggior numero di cantieri.

**operazione 12.**

Individuare l'autostrada interessata dal maggior numero di cantieri negli ultimi cinque anni.

**operazione 13.**

Dato un punto di un'autostrada, individuare tutti gli avvisi che lo riguardano, per inviarli ai navigatori dei veicoli che ne fanno richiesta (consideriamo gli avvisi la cui area di interesse comprende il punto dato o qualche punto che si trova al più a 5 km di distanza da esso).



## **estensione dell'operazione 6 ad un numero qualunque di attraversamenti di autostrade**

Dato un casello di entrata e uno di uscita situato su autostrade diverse, calcolare il pedaggio composto, considerando i km percorsi sulle autostrade attraversate.

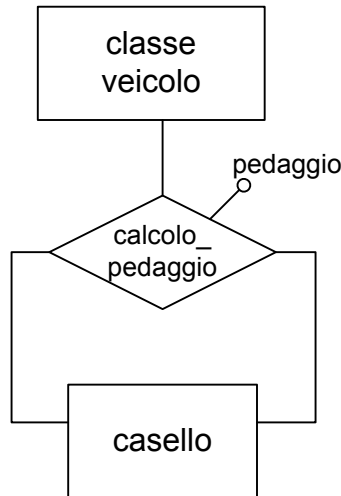
Questa operazione si configura come una modifica dei requisiti che richiede un'iterazione di analisi ad hoc.

In particolare si nota che l'impatto di tale operazione è prevalentemente algoritmico relativamente al calcolo del percorso minimo tra due caselli sul grafo disegnato dalle autostrade, con gli svincoli che rappresentano i nodi di tale grafo.

Per ciò che riguarda il DB si osserva che un tale algoritmo (probabilmente realizzabile sfruttando tecniche ricorsive di visita dei grafi) provoca un certo appesantimento dell'operazione di calcolo del pedaggio a causa del maggior numero di accessi all'entità svincolo richiesto.

Poiché la numerosità delle operazioni che coinvolgono il calcolo del pedaggio è elevata, è opportuno individuare una soluzione migliore.

Una possibile soluzione è rappresentata nel diagramma seguente:



**Figure 20**

La relazione calcolo pedaggio si realizza con la seguente relazione:

calcolo\_pedaggio (casello1, casello2, classe\_veicolo, pedaggio)

L'algoritmo può essere usato solo in fase di installazione del DB per popolare la relazione "calcolo\_pedaggio", quindi il calcolo del

pedaggio richiamato delle operazioni 1.3 e 7 si realizza con la seguente interrogazione

```
SELECT pedaggio
FROM calcolo_pedaggio
WHERE ( (casello1=:in_casello AND casello2=:out_casello)
        OR (casello1=:out_casello AND casello2=:in_casello) )
AND classe_veicolo=:classe_veicolo;
```