Data warehouse

Progettazione

Elena Baralis

Politecnico di Torino

Fattori di rischio

- Aspettative elevate degli utenti
  - il data warehouse come soluzione dei problemi aziendali
- Qualità dei dati e dei processi OLTP di partenza
  - dati incompleti o inaffidabili
  - processi aziendali non integrati e ottimizzati
- Gestione “politica” del progetto
  - collaborazione con i “detentori” delle informazioni
  - accettazione del sistema da parte degli utenti finali

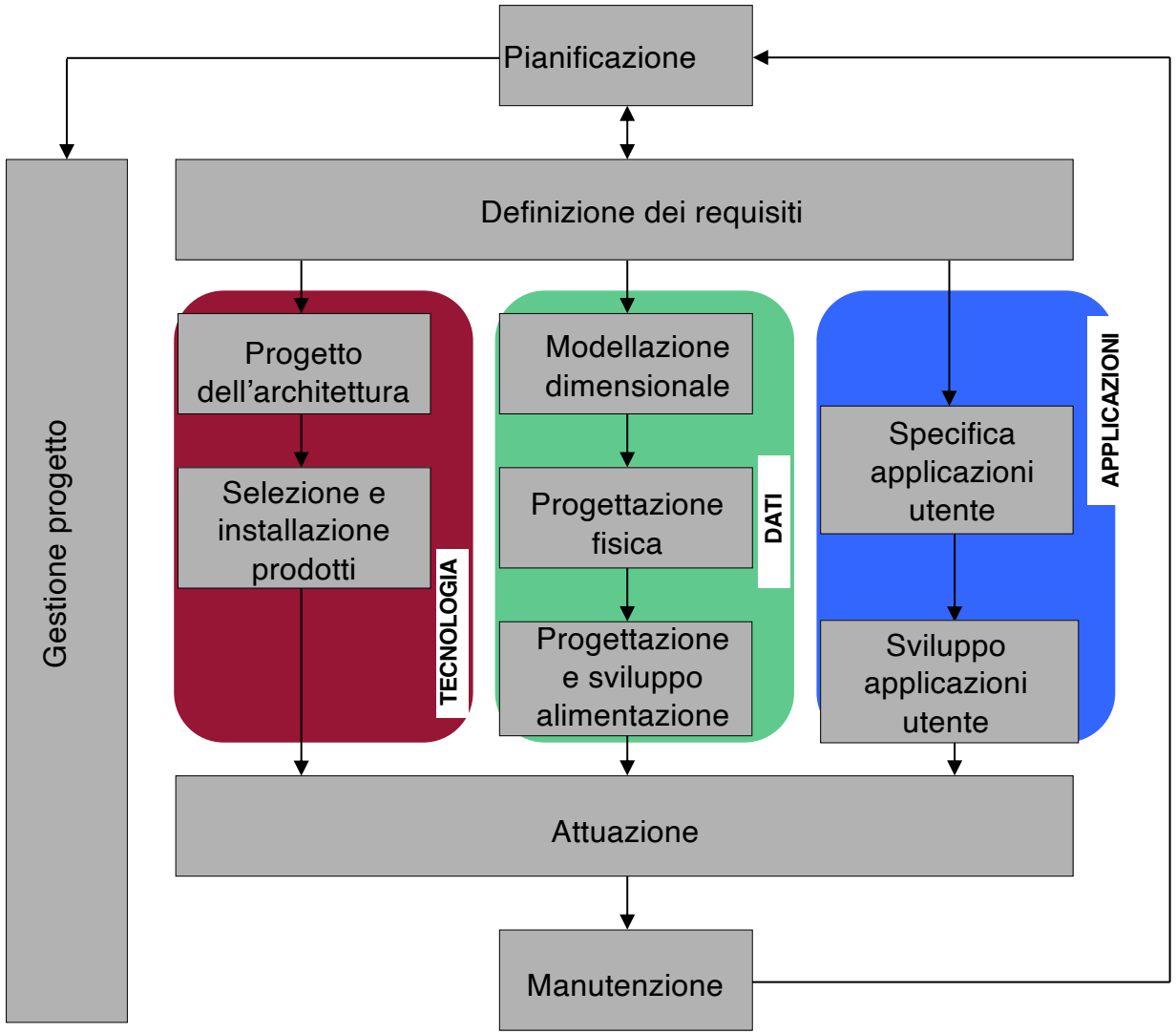
Elena Baralis
Politecnico di Torino

Progettazione di data warehouse

- Approccio top-down
  - realizzazione di un data warehouse che fornisca una visione globale e completa dei dati aziendali
  - costo significativo e tempo di realizzazione lungo
  - analisi e progettazione complesse
- Approccio bottom-up
  - realizzazione incrementale del data warehouse, aggiungendo data mart definiti su settori aziendali specifici
  - costo e tempo di consegna contenuti
  - focalizzato separatamente su settori aziendali specifici

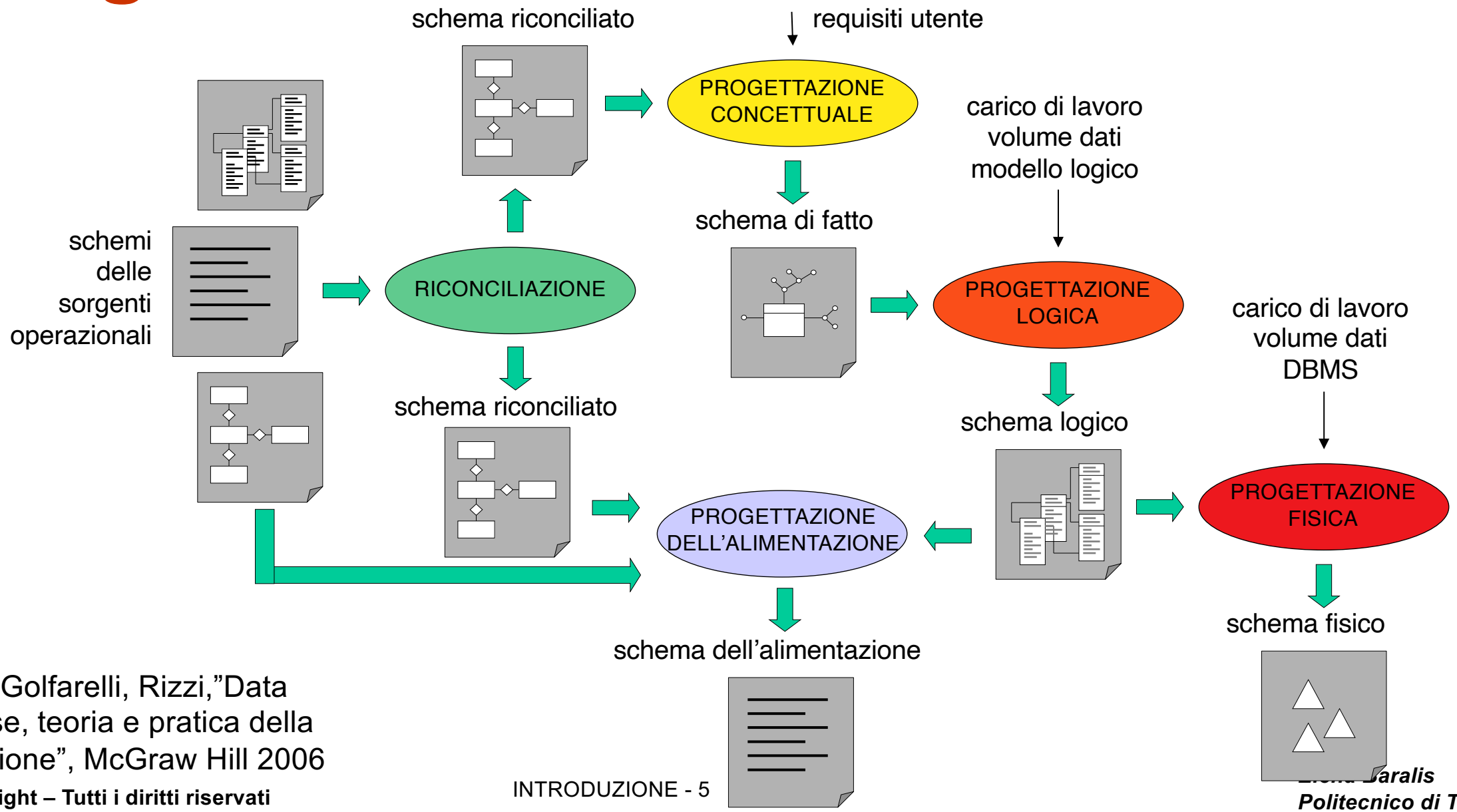
Elena Baralis
Politecnico di Torino

Business Dimensional Lifecycle (Kimball)



Tratto da Golfarelli, Rizzi,"Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006

Progettazione di data mart



Tratto da Golfarelli, Rizzi,"Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Analisi dei requisiti

Elena Baralis

Politecnico di Torino

Analisi dei requisiti

- Raccoglie
  - le esigenze di analisi dei dati che dovranno essere soddisfatte dal data mart
  - i vincoli realizzativi dovuti ai sistemi informativi esistenti
- Fonti
  - business users
  - amministratori del sistema informativo
- Il data mart prescelto è
  - strategico per l'azienda
  - alimentato da (poche) sorgenti affidabili

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Requisiti applicativi

- Descrizione degli eventi di interesse (fatti)
  - ogni fatto rappresenta una categoria di eventi di interesse per l'azienda
    - esempi: (per il CRM) reclami, servizi
  - caratterizzati da dimensioni descrittive (granularità), intervallo di storicizzazione, misure di interesse
  - informazioni raccolte in un glossario
- Descrizione del carico di lavoro
  - esame della reportistica aziendale
  - interrogazioni espresse in linguaggio naturale
    - esempio: numero di reclami per ciascun prodotto nell'ultimo mese

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Requisiti strutturali

- Periodicità dell'alimentazione
- Spazio disponibile
  - per i dati
  - per le strutture accessorie (indici, viste materializzate)
- Tipo di architettura del sistema
  - numero di livelli
  - data mart dipendenti o indipendenti
- Pianificazione del deployment
  - avviamento
  - formazione

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Progettazione concettuale

Elena Baralis

Politecnico di Torino

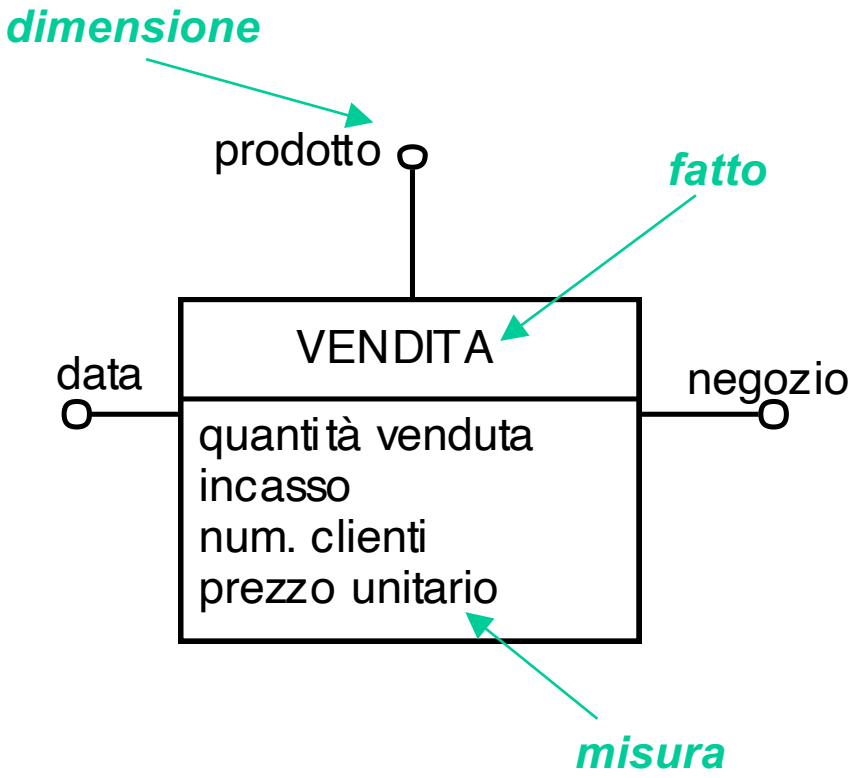
Progettazione concettuale

- Non esiste un formalismo di modellazione comunemente accettato
  - il modello ER non è adatto
- Dimensional Fact Model (Golfarelli, Rizzi)
  - per uno specifico fatto, definisce schemi di fatto che modellano
    - dimensioni
    - gerarchie
    - misure
  - modello grafico a supporto della progettazione concettuale
  - offre una documentazione di progetto utile sia per la revisione dei requisiti con gli utenti, sia a posteriori

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Dimensional Fact Model

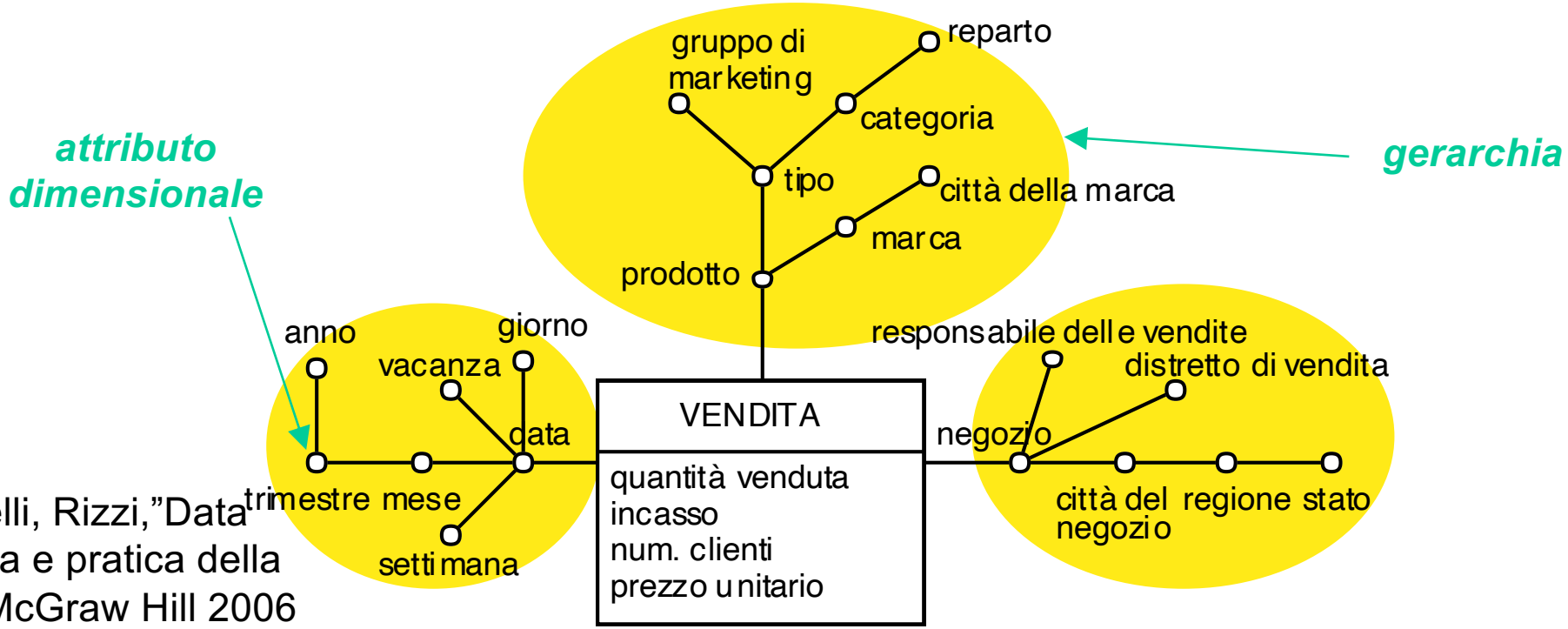
- **Fatto**
  - modella un insieme di eventi di interesse (vendite, spedizioni, reclami)
  - evolve nel tempo
- **Dimensione**
  - descrive le coordinate di analisi di un fatto
    - e.g., ogni vendita è descritta dalla data di effettuazione, dal negozio e dal prodotto venduto
  - è caratterizzata da numerosi attributi, tipicamente di tipo categorico
- **Misura**
  - descrive una proprietà numerica di un fatto, spesso oggetto di operazioni di aggregazione
    - e.g., ad ogni vendita è associato un incasso



Tratto da Golfarelli, Rizzi,"Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006

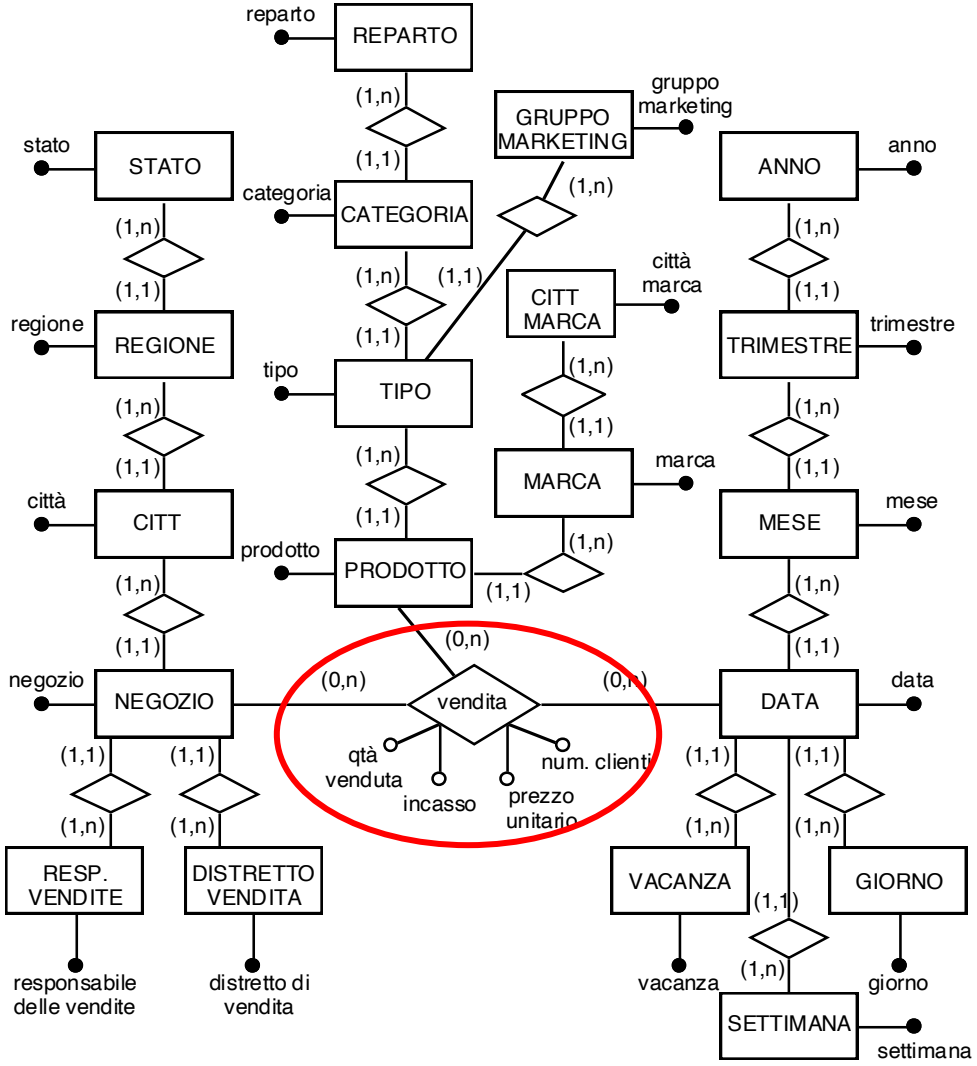
Dimensional Fact Model

- Gerarchia
  - rappresenta una relazione di generalizzazione tra un sottoinsieme di attributi di una dimensione
    - e.g., gerarchia geografica per la dimensione negozio
  - è una dipendenza funzionale (relazione 1:n)



Tratto da Golfarelli, Rizzi,"Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006

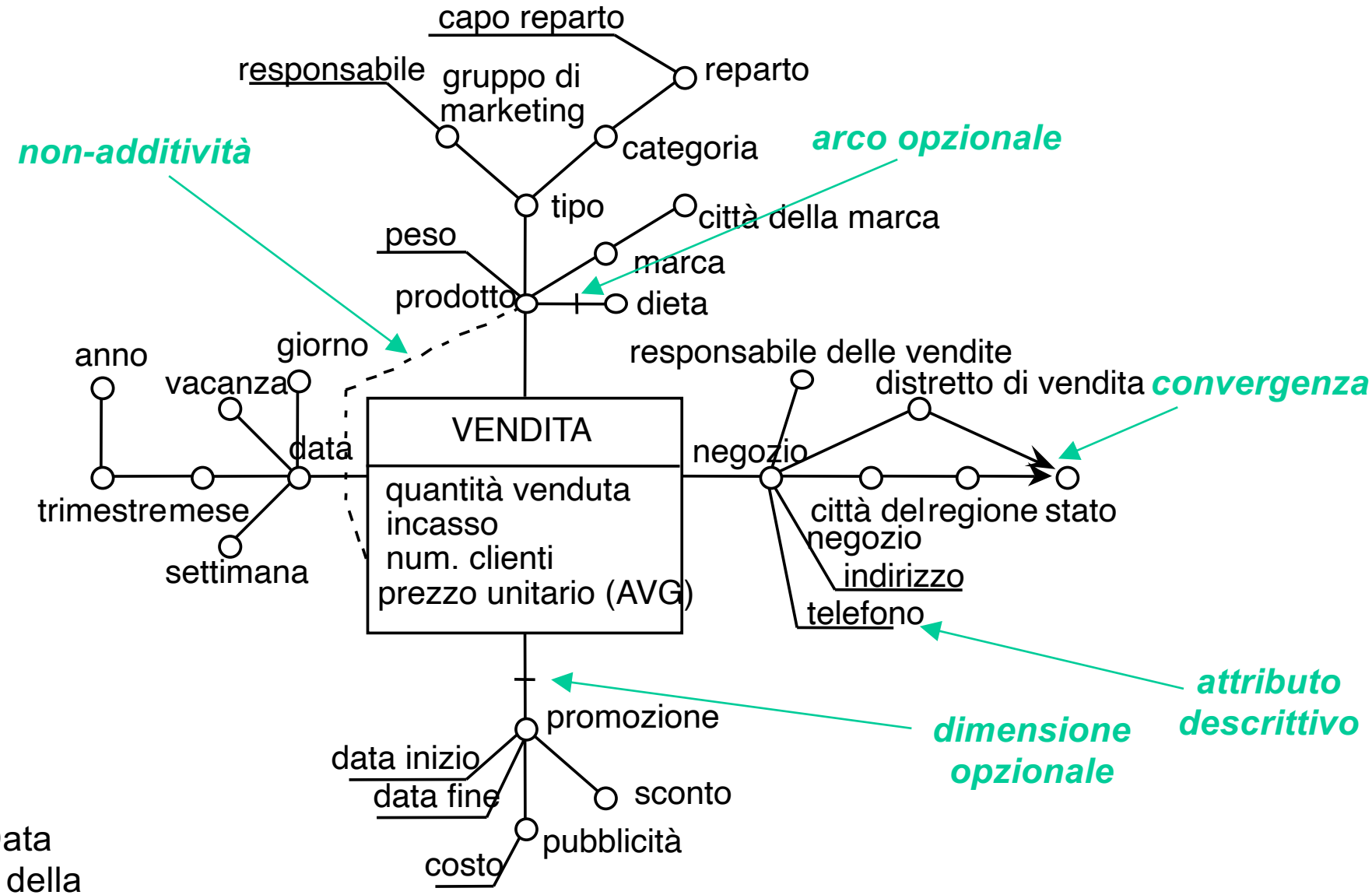
Corrispondenza con l'ER



Tratto da Golfarelli, Rizzi,"Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006

Elena Baralis
Politecnico di Torino

DFM: costrutti avanzati



Tratto da Golfarelli, Rizzi,"Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Aggregazione

- Processo di calcolo del valore di misure a granularità meno fine di quella presente nello schema di fatto originale
  - la riduzione del livello di dettaglio è ottenuta risalendo lungo una gerarchia
  - operatori di aggregazione standard: SUM, MIN, MAX, AVG, COUNT
- Caratteristiche delle misure
  - additive
  - non additive: non aggregabili lungo una gerarchia mediante l'operatore di somma
  - non aggregabili

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Classificazione delle misure

- Misure di flusso
  - possono essere valutate cumulativamente alla fine di un periodo di tempo
  - sono aggregabili mediante tutti gli operatori standard
  - esempi: quantità di prodotti venduti, importo incassato
- Misure di livello
  - sono valutate in specifici istanti di tempo (snapshot)
  - non sono additive lungo la dimensione tempo
  - esempi: livello di inventario, saldo del conto corrente
- Misure unitarie
  - sono valutate in specifici istanti di tempo ed espresse in termini relativi
  - non sono additive lungo nessuna dimensione
  - esempio: prezzo unitario di un prodotto

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Operatori di aggregazione

anno / trim.	1999				2000			
	I '99	II '99	III '99	IV '99	I '00	II '00	III '00	IV '00
	100	90	95	90	80	70	90	85
	20	30	20	10	25	30	35	20
	60	50	60	45	40	40	50	40
	15	20	25	30	15	15	20	10
	30	35	20	25	30	30	20	15
	90	90	85	75	60	80	85	60
	60	80	85	60	70	70	75	65
	20	30	40	35	30	35	35	20
	20	10	25	30	35	30	20	10
	50	60	45	40	50	60	45	40

categoria	tipo	prodotto
pulizia casa	detersivo	Brillo
		Sbianco
		Lucido
	sapone	Manipulite
		Scent
alimentari	latticino	Latte F Slurp
		Latte U Slurp
		Yogurt Slurp
	bibita	Bevimi
		Colissima

anno / trim.	1999				2000			
	I'99	II'99	III'99	IV'99	I'00	II'00	III'00	IV'00
pulizia casa	225	225	220	200	190	185	215	170
alimentari	240	270	280	240	245	275	260	195

categoria	tipo
pulizia casa	detersivo
	sapone
alimentari	latticino
	bibita

anno	1999	2000
	670	605
	200	155
	750	685
	280	290

anno	1999	2000
categoria		
pulizia casa	870	760
alimentari	1030	975

Tratto da Golfarelli, Rizzi,"Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006

Operatori di aggregazione

- Distributivi
  - sempre possibile il calcolo di aggregati da dati a livello di dettaglio maggiore
  - esempi: sum, min, max

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Operatori non distributivi

anno / trim.	1999			
	I'99	II'99	III'99	IV'99

categoria	tipo	prodotto				
pulizia casa	detersivo	Brillo	2	2	2,2	2,5
		Sbianco	1,5	1,5	2	2,5
		Lucido	–	3	3	3
	sapone	Manipulite	1	1,2	1,5	1,5
		Scent	1,5	1,5	2	–

anno / trim.	1999			
	I'99	II'99	III'99	IV'99

categoria	tipo				
pulizia casa	detersivo	1,75	2,17	2,40	2,67
	sapone	1,25	1,35	1,75	1,50
	media:	1,50	1,76	2,08	2,09

anno / trim.	1999			
	I'99	II'99	III'99	IV'99

categoria				
pulizia casa	1,50	1,84	2,14	2,38

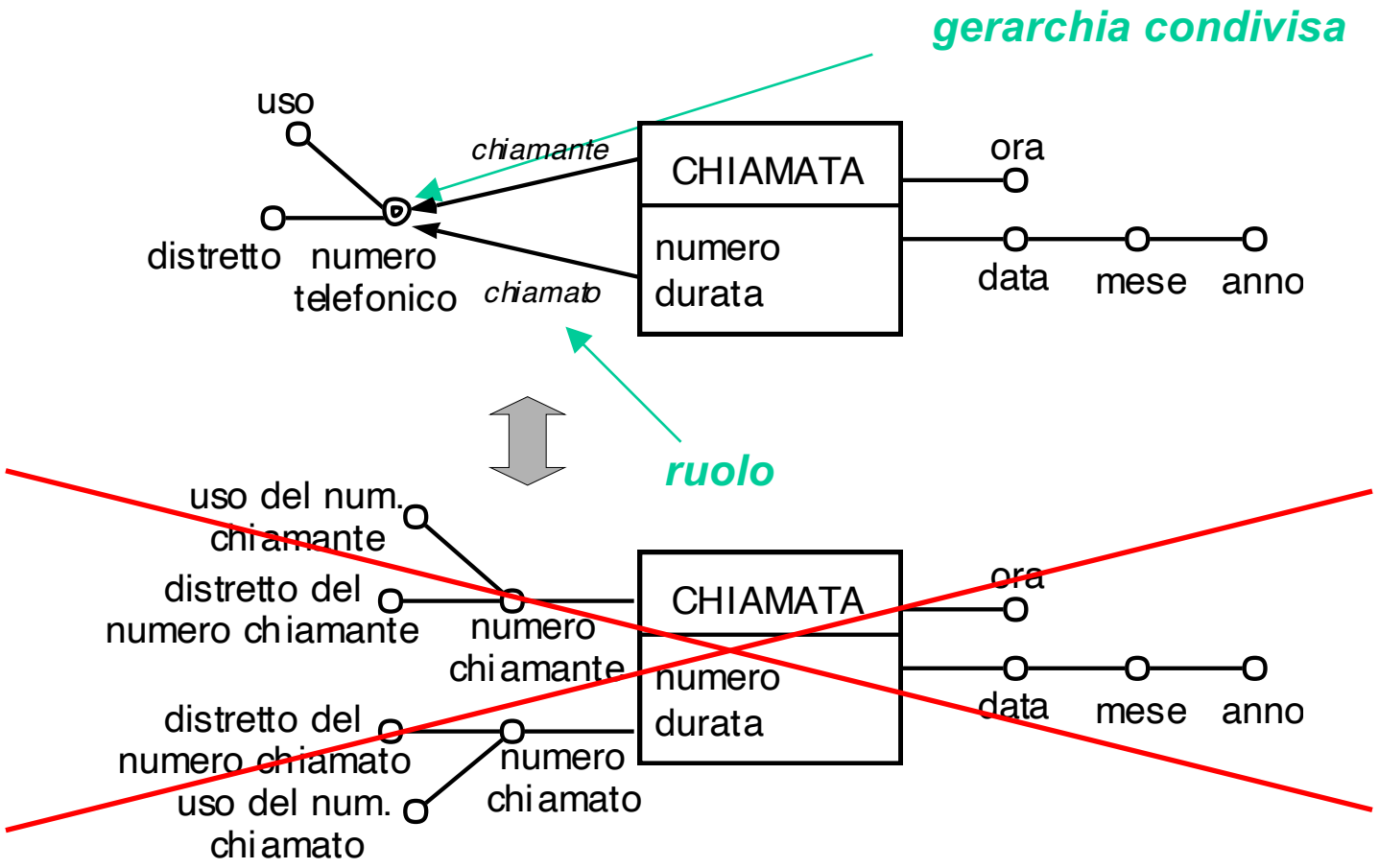
Tratto da Golfarelli, Rizzi,"Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006

Operatori di aggregazione

- Distributivi
  - sempre possibile il calcolo di aggregati da dati a livello di dettaglio maggiore
  - esempi: sum, min, max
- Algebrici
  - il calcolo di aggregati da dati a livello di dettaglio maggiore è possibile in presenza di misure aggiuntive di supporto
  - esempi: avg (richiede count)
- Olistici
  - non è possibile il calcolo di aggregati da dati a livello di dettaglio maggiore
  - esempi: moda, mediana

Elena Baralis
Politecnico di Torino

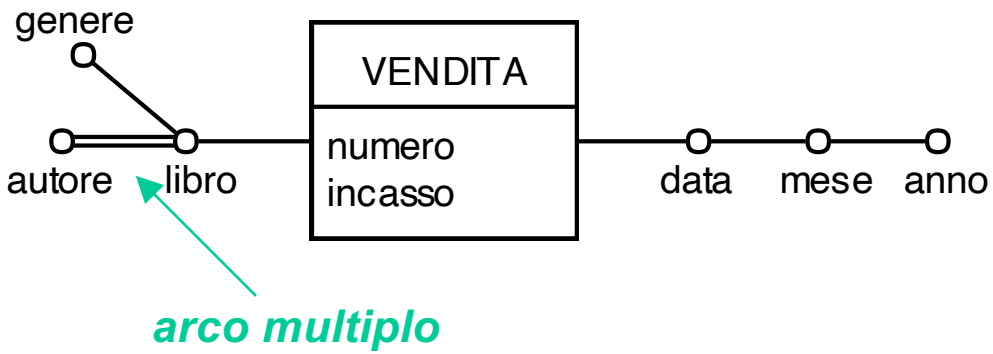
DFM: costrutti avanzati

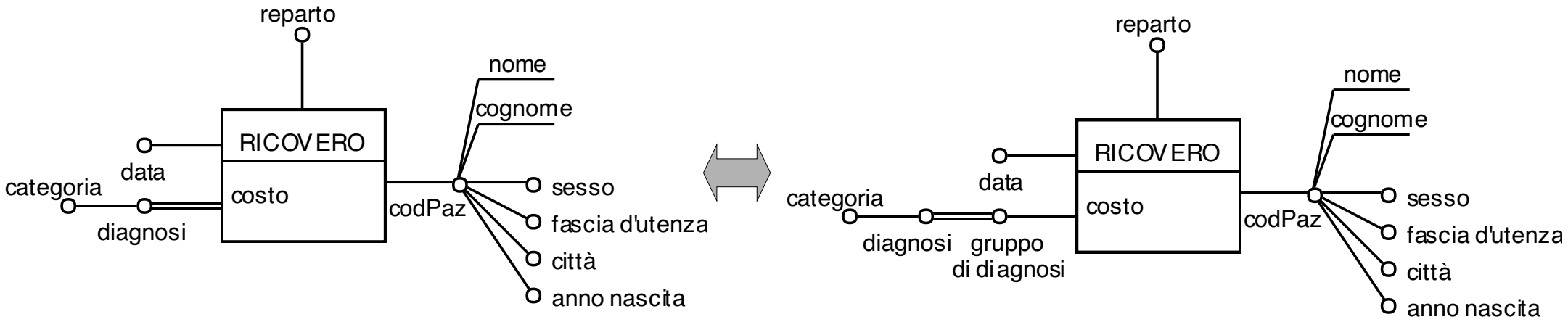


Tratti da Golfarelli, Rizzi,"Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006

Elena Baralis
Politecnico di Torino

DFM: costrutti avanzati





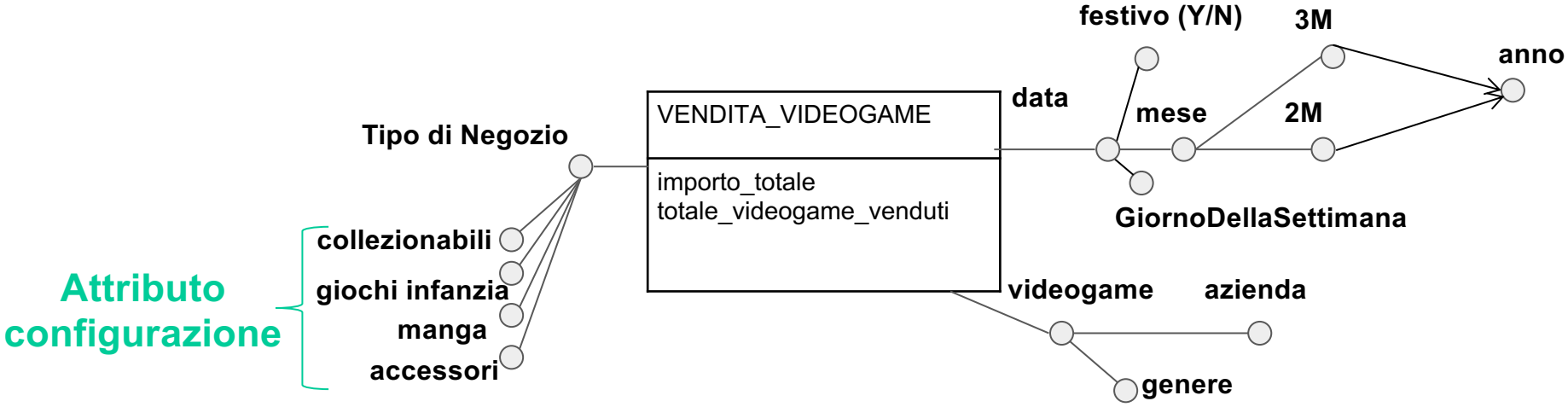
Tratti da Golfarelli, Rizzi,"Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Attributo configurazione

- Attributo categorico multivalore
  - può assumere contemporaneamente più valori
  - caratterizzato da pochi valori distinti (<=10)

- Rappresentazione mediante enumerazione dei valori possibili
  - ogni attributo assume valore booleano (Y/N)
  - consente scrittura più agevole di interrogazioni complesse

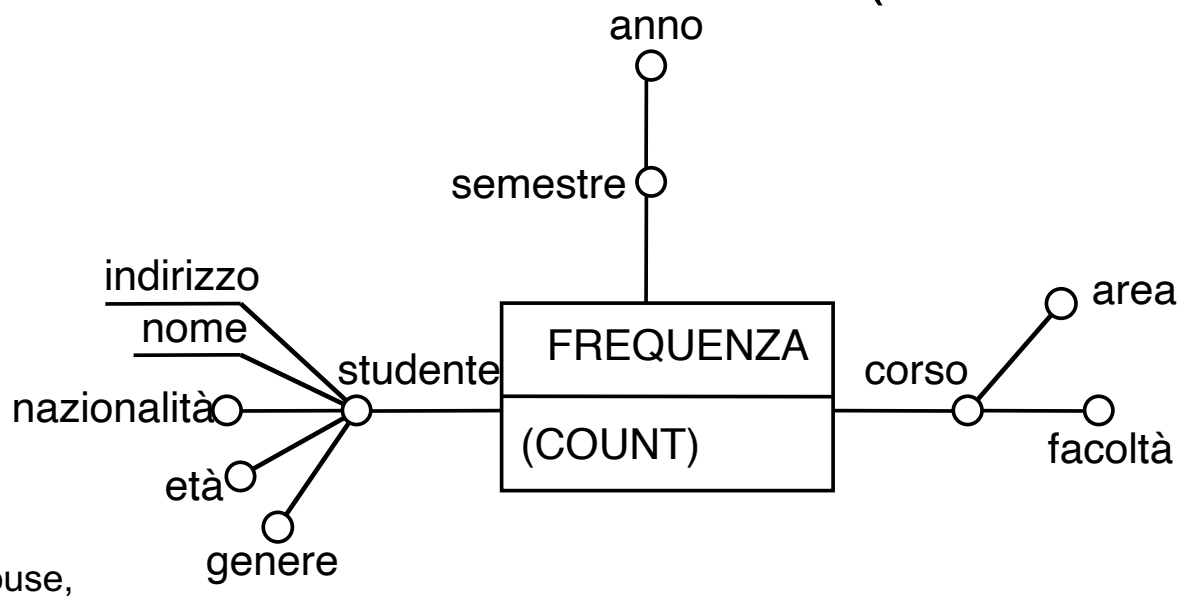


Elena Baralis
Politecnico di Torino

Schemi di fatto vuoti

- L'evento può non essere caratterizzato da misure
  - schema di fatto vuoto
  - registra il verificarsi di un evento

- Utile per
  - conteggio di eventi accaduti
  - rappresentazione di eventi non accaduti (insieme di copertura)



Tratto da Golfarelli, Rizzi,"Data warehouse, teoria e pratica della progettazione

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Rappresentazione del tempo

- La variazione dei dati nel tempo è rappresentata esplicitamente dal verificarsi degli eventi
  - presenza di una dimensione temporale
  - eventi memorizzati sotto forma di fatti
- Possono variare nel tempo anche le dimensioni
  - variazione tipicamente più lenta
    - slowly changing dimension [Kimball]
  - esempi: dati anagrafici di un cliente, descrizione di un prodotto
  - necessario prevedere esplicitamente nel modello come rappresentare questo tipo di variazione

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Modalità di rappresentazione del tempo (tipo I)

- Fotografia dell'istante attuale
  - esegue la sovrascrittura del dato con il valore attuale
  - proietta nel passato la situazione attuale
  - utilizzata quando non è necessario rappresentare esplicitamente la variazione
  - Esempio
    - il cliente Mario Rossi cambia stato civile dopo il matrimonio
    - tutti i suoi acquisti sono attribuiti al cliente "sposato"

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Modalità di rappresentazione del tempo (tipo II)

- Eventi attribuiti alla situazione temporalmente corrispondente della dimensione
  - per ogni variazione di stato della dimensione
    - si crea di una nuova istanza nella dimensione
    - i nuovi eventi sono correlati alla nuova istanza
  - gli eventi sono partizionati in base alle variazioni degli attributi dimensionali
  - Esempio
    - il cliente Mario Rossi cambia stato civile dopo il matrimonio
    - i suoi acquisti sono separati in acquisti attributi a Mario Rossi “celibe” e acquisti attribuiti a Mario Rossi “sposato” (nuova istanza di Mario Rossi)

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Modalità di rappresentazione del tempo (tipo III)

- Eventi attribuiti alla situazione della dimensione campionata in uno specifico istante di tempo
  - proietta tutti gli eventi sulla situazione della dimensione in uno specifico istante di tempo
  - richiede una gestione esplicita delle variazioni della dimensione nel tempo
    - modifica dello schema della dimensione
      - introduzione di una coppia di timestamp che indicano l'intervallo di validità del dato (inizio e fine validità)
      - introduzione di un attributo che consenta di identificare la sequenza di variazioni di una specifica istanza (capostipite o master)
    - ogni variazione di stato della dimensione richiede la definizione di una nuova istanza

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Modalità di rappresentazione del tempo (tipo III)

- Esempio
  - il cliente Mario Rossi cambia stato civile dopo il matrimonio
  - la prima istanza conclude il suo periodo di validità il giorno del matrimonio
  - la nuova istanza inizia la sua validità nello stesso giorno
  - gli acquisti sono separati come nel caso precedente
  - esiste un attributo che permette di ricostruire tutte le variazioni ascrivibili a Mario Rossi

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Carico di lavoro

- Carico di riferimento definito da
  - reportistica standard
  - stime discusse con gli utenti
- Carico reale difficile da stimare correttamente durante la fase di progettazione
  - se il sistema ha successo, il numero di utenti e interrogazioni aumenta nel tempo
  - la tipologia di interrogazioni può variare nel tempo
- Fase di tuning
  - dopo l'avviamento del sistema
  - monitoraggio del carico di lavoro reale del sistema

Elena Baralis
Politecnico di Torino

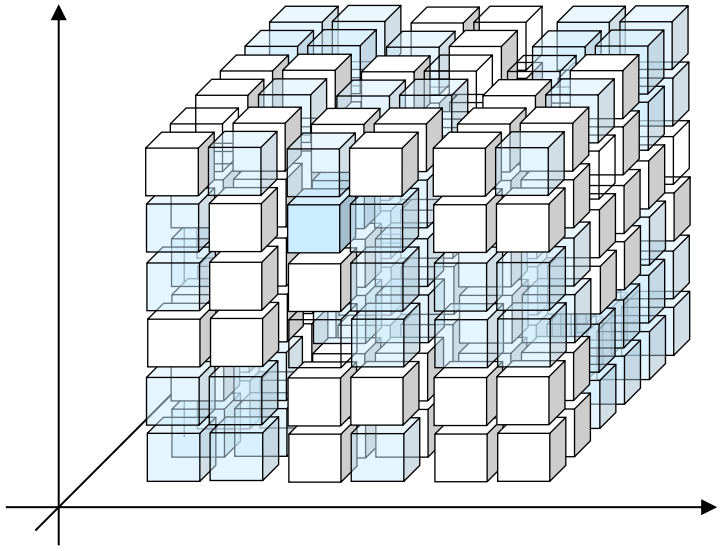
Volume dei dati

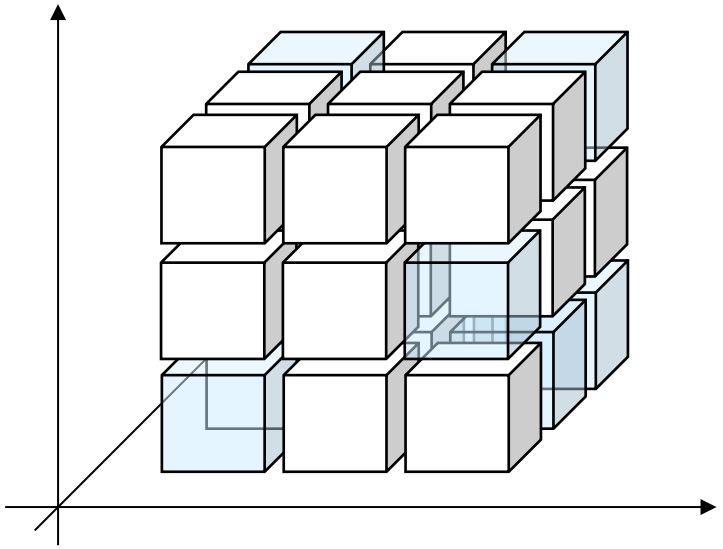
- Stima dello spazio necessario per il data mart
  - per i dati
  - per le strutture accessorie (indici, viste materializzate)
- Si considerano
  - numero di eventi di ogni fatto
  - numero di valori distinti degli attributi nelle gerarchie
  - lunghezza degli attributi
- Dipende dall'intervallo temporale di memorizzazione dei dati
- Valutazione affetta dal problema della sparsità
  - il numero degli eventi accaduti non corrisponde a tutte le possibili combinazioni delle dimensioni
  - esempio: percentuale dei prodotti effettivamente venduti in ogni negozio in un dato giorno pari circa al 10% di tutte le possibili combinazioni

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Sparsità

- Si riduce al crescere del livello di aggregazione dei dati
- Può ridurre l'affidabilità della stima della cardinalità dei dati aggregati





Tratto da Golfarelli, Rizzi,"Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006

Progettazione logica

Elena Baralis

Politecnico di Torino

Progettazione logica

- Si considera il modello relazionale (ROLAP)
  - inputs
    - schema (di fatto) concettuale
    - carico di lavoro
    - volume dei dati
    - vincoli di sistema
  - output
    - schema logico relazionale
- Basata su principi diversi rispetto alla progettazione logica tradizionale
  - ridondanza dei dati
  - denormalizzazione delle tabelle

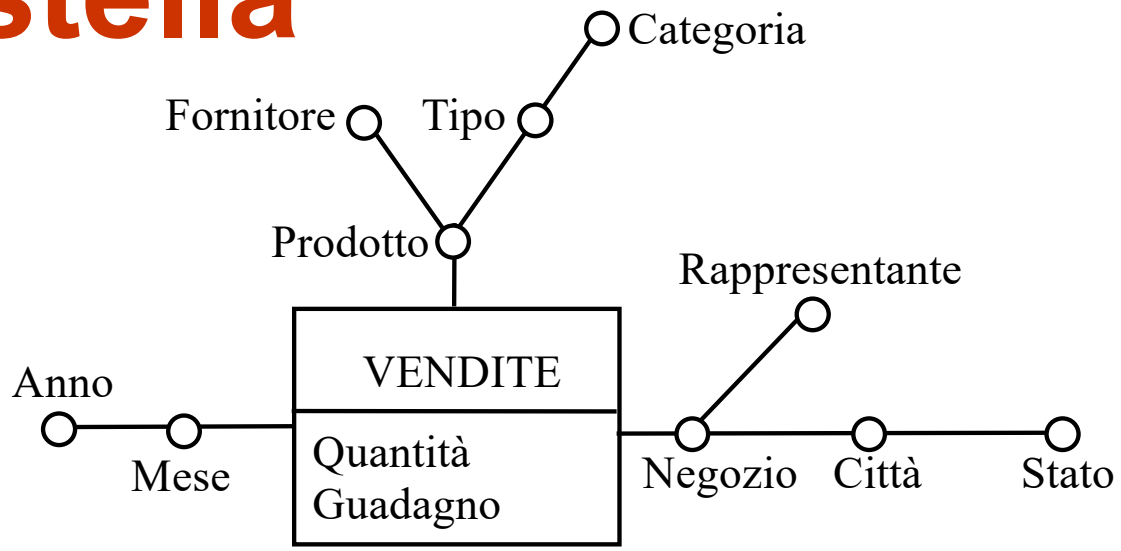
Elena Baralis
Politecnico di Torino

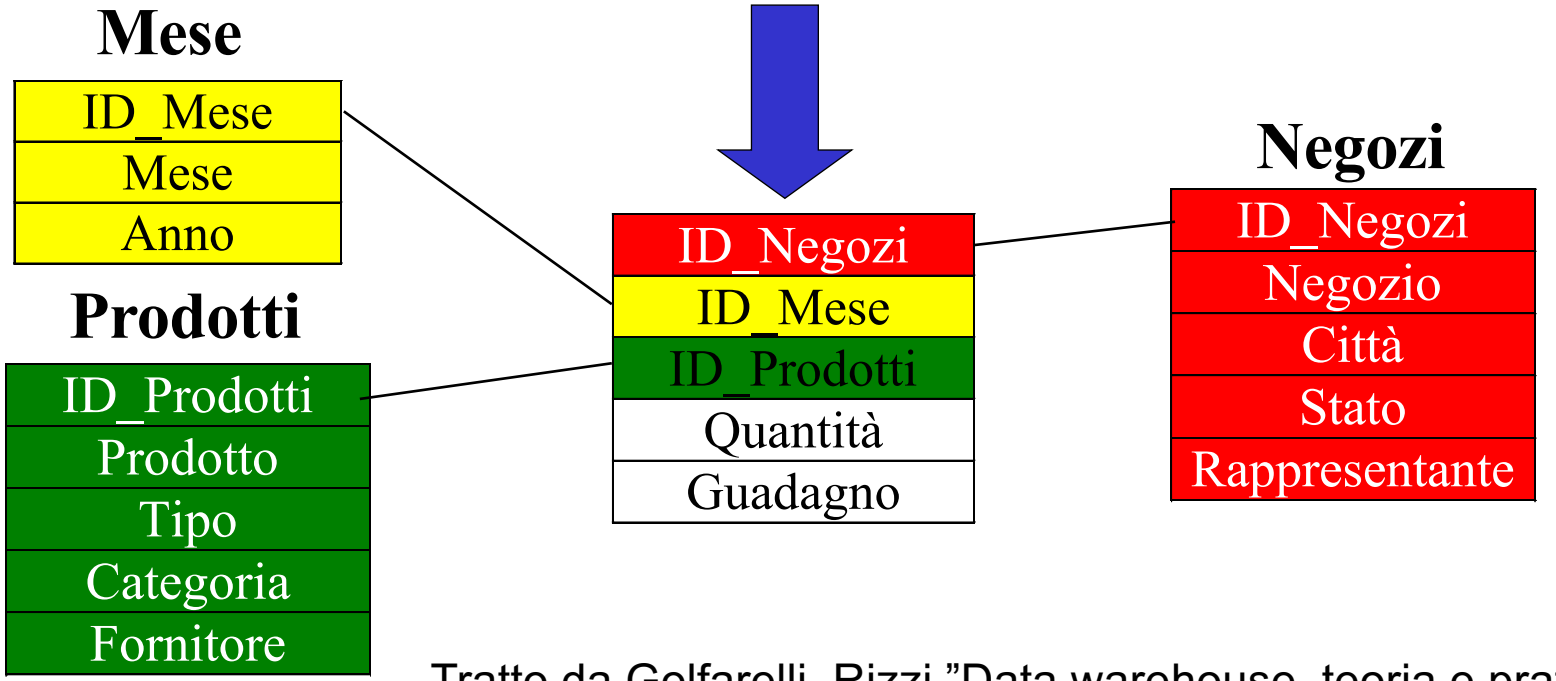
Schema a stella

- Dimensioni
  - una tabella per ogni dimensione
  - chiave primaria generata artificialmente (surrogata)
  - contiene tutti gli attributi della dimensione
  - gerarchie non rappresentate esplicitamente
    - gli attributi della tabella sono tutti allo stesso livello
  - rappresentazione completamente denormalizzata
    - presenza di ridondanza nei dati
- Fatti
  - una tabella dei fatti per ogni schema di fatto
  - chiave primaria costituita dalla combinazione delle chiavi esterne delle dimensioni
  - le misure sono attributi della tabella

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Schema a stella





Tratto da Golfarelli, Rizzi,"Data warehouse, teoria e pratica della progettazione

Schema a stella

- Negozi(**ID_Negozi**, Negozio, Citta', Stato, Rappresentante)
- Mese(**ID_Mese**, Mese, Anno)
- Prodotti(**ID_Prodotti**, Prodotto, Tipo, Categoria, Fornitore)

- Vendite(**ID_Negozi**, **ID_Mese**, **ID_Prodotti**, Quantità, Guadagno)

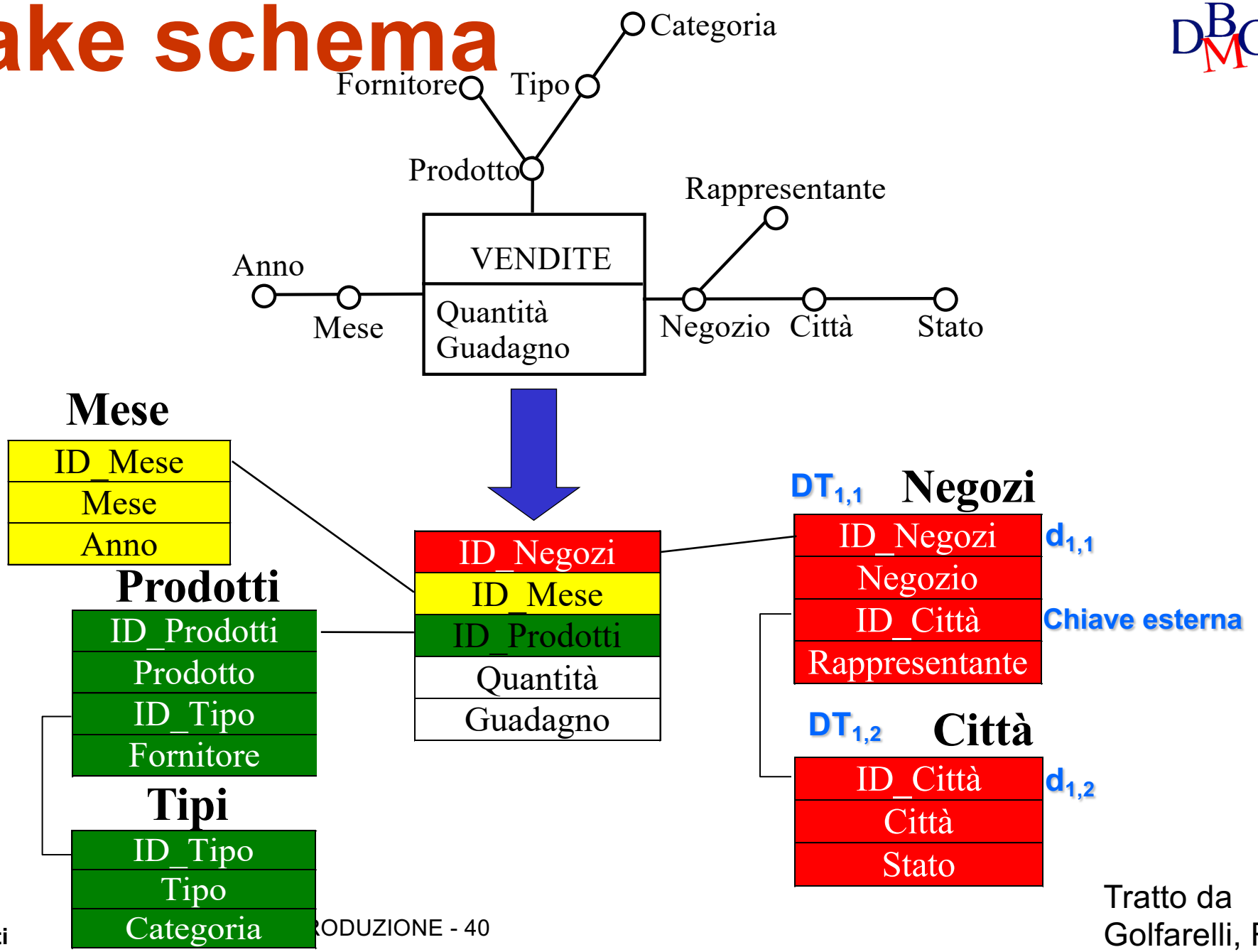
Elena Baralis
Politecnico di Torino

Snowflake schema

- Separazione di (alcune) dipendenze funzionali frazionando i dati di una dimensione in più tabelle
  - si introduce una nuova tabella che separa in due rami una gerarchia dimensionale (taglio su un attributo della gerarchia)
  - una nuova chiave esterna esprime il legame tra la dimensione e la nuova tabella
- Si riduce lo spazio necessario per la memorizzazione della dimensione
  - riduzione non significativa
- Aumenta il costo di ricostruzione dell'informazione della dimensione
  - è necessario il calcolo di uno o più join

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Snowflake schema



Tratto da Golfarelli, Rizzi

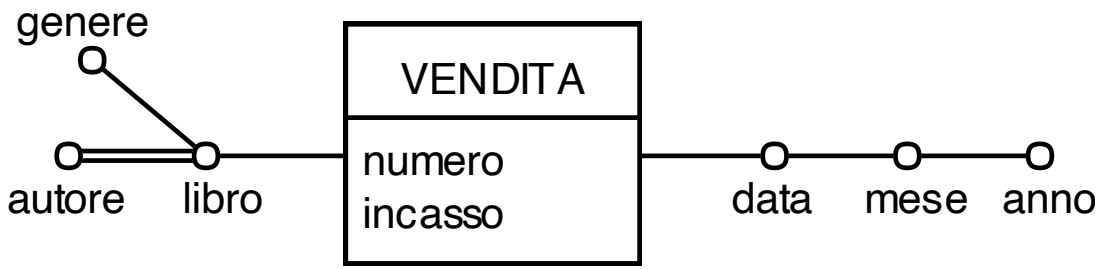
Star o snowflake?

- Lo schema snowflake è normalmente *sconsigliato*
  - la riduzione di spazio occupato è scarsamente benefica
    - l'occupazione maggiore di spazio è dovuta alla tabella dei fatti (la differenza è pari ad alcuni ordini di grandezza)
  - il costo di eseguire più join può essere significativo
- Lo schema snowflake è raramente utilizzato nella progettazione di data mart

Elena Baralis
Politecnico di Torino

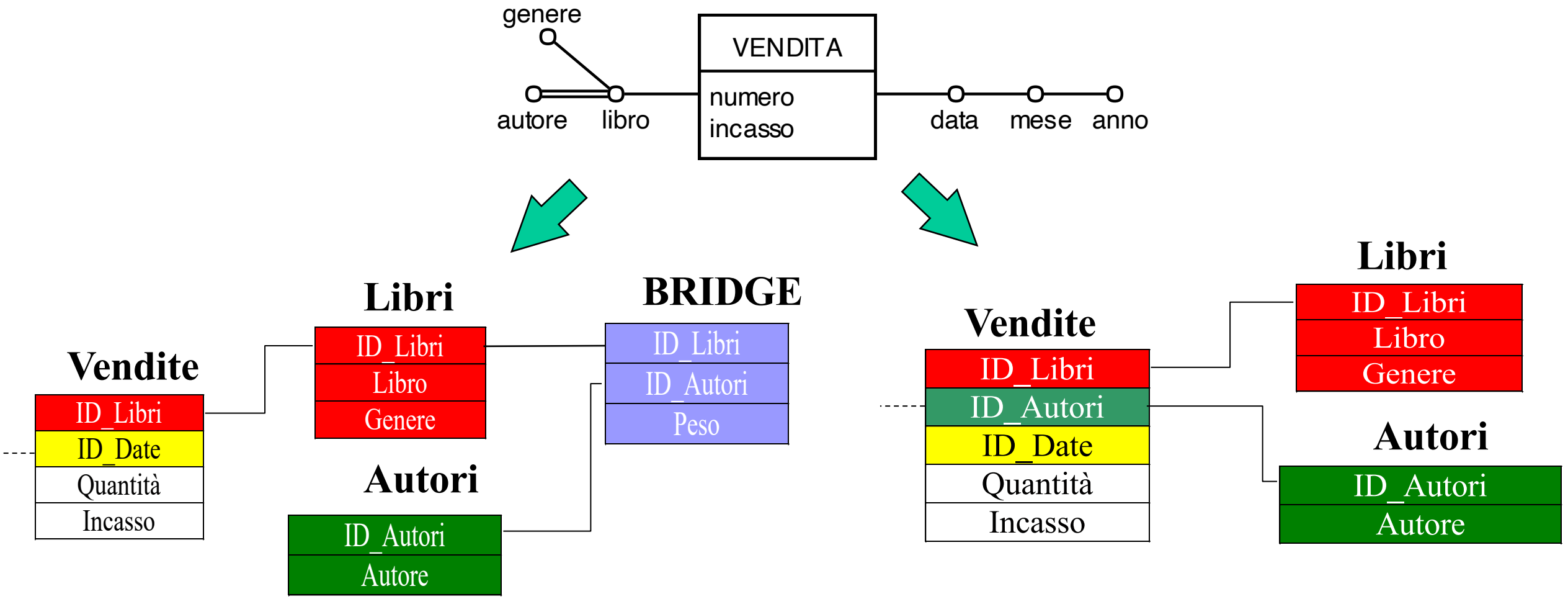
Archi multipli

- Soluzioni realizzative
  - bridge table
    - tabella aggiuntiva che modella la relazione molti a molti
    - nuovo attributo che consenta di pesare la partecipazione delle tuple nella relazione
  - push down
    - arco multiplo integrato nella tabella dei fatti
    - nuova dimensione corrispondente nella tabella dei fatti



Elena Baralis
Politecnico di Torino

Archi multipli



Tratto da Golfarelli, Rizzi,"Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006

Archi multipli

- Tipologie di interrogazione
  - pesate: considerano il peso dell'arco multiplo
    - esempio: incasso di ciascun autore
    - con bridge table

```
SELECT ID_Autori, SUM(Incasso*Peso)
...
group by ID_Autori
```

  - di impatto: non considerano il peso
    - esempio: numero di copie vendute per ogni autore
    - con bridge table

```
SELECT ID_Autori, SUM(Quantità)
...
group by ID_Autori
```


Elena Baralis
Politecnico di Torino

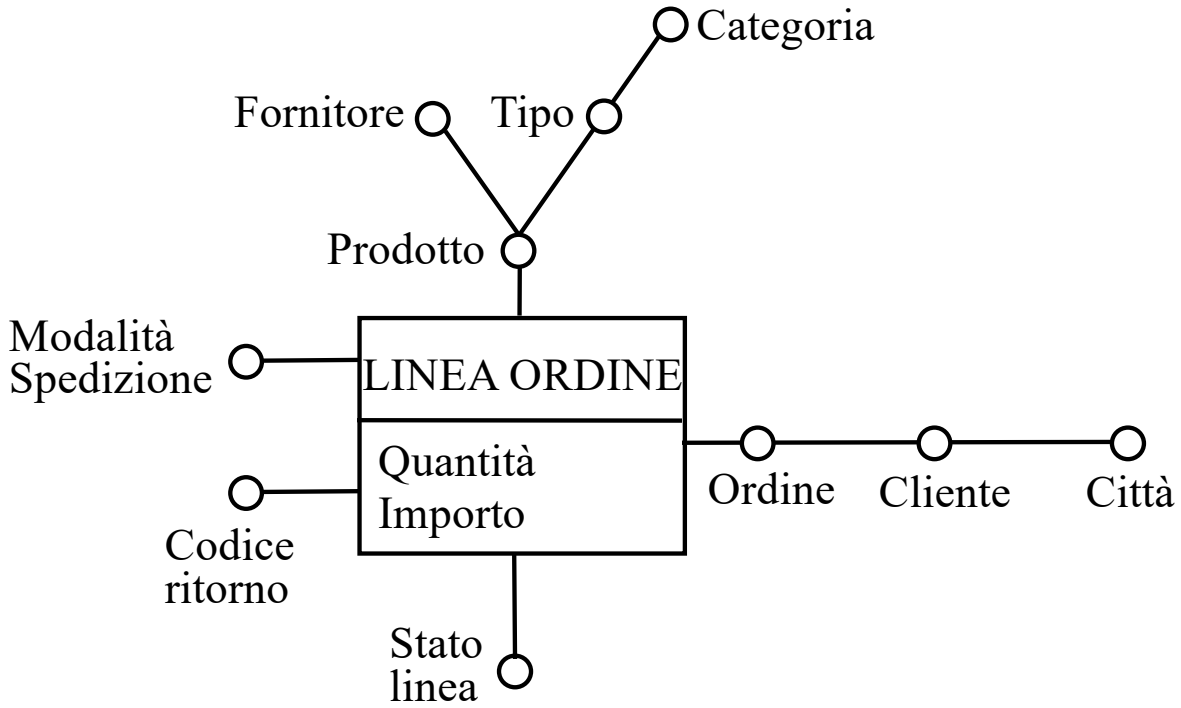
Archi multipli

- Confronto tra le soluzioni realizzative
  - il peso è esplicitato nella bridge table, ma integrato nella tabella dei fatti per push down
    - (push down) difficile eseguire interrogazioni di impatto
    - (push down) calcolo del peso durante l'alimentazione
    - (push down) modifiche successive difficoltose
  - push down introduce una forte ridondanza nella tabella dei fatti
  - costo di esecuzione delle interrogazioni minore per push down
    - numero minore di join

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Dimensioni degeneri

- Dimensioni rappresentate da un solo attributo



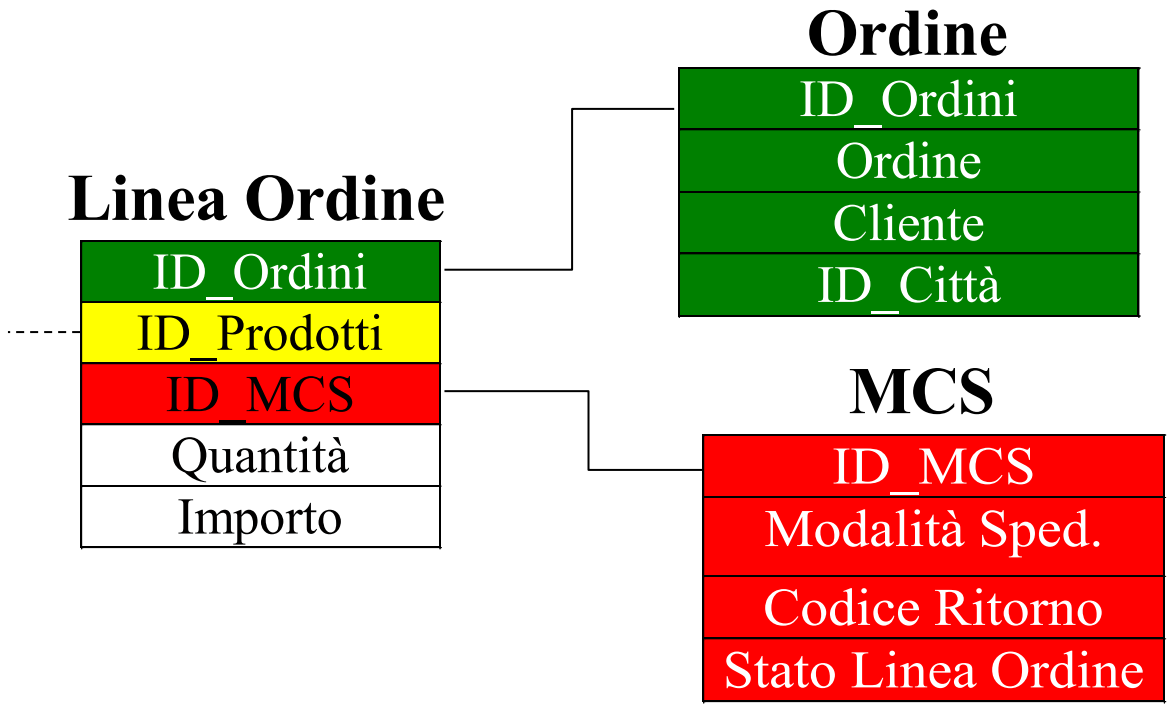
Elena Baralis
Politecnico di Torino

Dimensioni degeneri

- Soluzioni realizzative
  - integrazione nella tabella dei fatti
    - per attributi di dimensione (molto) contenuta
  - junk dimension
    - unica dimensione che integra più dimensioni degeneri
    - non esistono dipendenze funzionali tra gli attributi della dimensione
      - sono possibili tutte le combinazioni
      - attuabile solo per cardinalità limitate del dominio degli attributi

Elena Baralis
Politecnico di Torino

Junk dimension



Tratto da Golfarelli, Rizzi,"Data warehouse, teoria e pratica della progettazione", McGraw Hill 2006