

BASI DI DATI - A.A. 2004/2005
ACERBI ENZO
Progetto n°7

Progetto Originale

Si vuole automatizzare il lavoro giornaliero di un reparto di lavorazione di parti meccaniche che gestisce un certo numero di macchine e di tecnici con le seguenti specifiche:

Le macchine sono identificate da un numero e caratterizzate da un tipo, da un modello e da una data di acquisto.

I tecnici sono identificati da una matricola e descritti dai dati anagrafici e da una qualifica. Un tecnico è assegnato ad una sola macchina. Ad una macchina possono lavorare non più di 5 tecnici.

Ogni macchina può essere utilizzata per tutte le lavorazioni standard da eseguire nel reparto, ogni lavorazione standard è caratterizzata da un codice, una denominazione e da un tempo standard.

Le parti meccaniche che entrano nel reparto ricevono un codice progressivo, un tipo ed un orario di entrata.

Le parti meccaniche subiscono una serie di lavorazioni effettive per le quali interessa conoscere l'orario di inizio lavoro, la quantità di materiale asportato ed il numero di minuti impiegati.

Ogni lavorazione effettiva fa riferimento ad una lavorazione standard e viene effettuata su una data macchina.

Progetto Ampliato*

Si vuole automatizzare il lavoro giornaliero di un reparto di lavorazione di parti meccaniche **di una officina** che gestisce il personale e un certo numero di macchine con le seguenti specifiche:

Le macchine sono identificate da un numero e caratterizzate da **un tipo****, da un modello e da una data di acquisto.

Gli operai sono identificati dal codice fiscale e descritti dai dati anagrafici e da una qualifica. Un operaio è assegnato ad una sola macchina. Ad una macchina possono lavorare non più di cinque operai. **Gli operai, nel caso si verifichi un guasto ad una macchina, possono richiedere l'assistenza di un tecnico esterno. Per una certa data in cui un operaio effettua una richiesta di assistenza, viene indicata una breve descrizione del guasto. Per i tecnici esterni occorre conoscere, oltre che al codice fiscale e ai dati anagrafici anche il numero di telefono.**

Ogni macchina **è multifunzionale**, cioè dotata di più bracci meccanici in grado di eseguire varie lavorazioni standard, ogni macchina può quindi essere utilizzata per tutte le lavorazioni standard da eseguire nel reparto, ogni lavorazione standard è caratterizzata da un codice, una descrizione e da un tempo standard. Le parti meccaniche che entrano nel reparto ricevono un codice progressivo, un tipo, **una data di entrata in lavorazione ed un orario di entrata in lavorazione.**

Le parti meccaniche subiscono una **serie di** lavorazione effettiva per la quale interessa conoscere l'orario di inizio lavoro, la quantità di materiale asportato ed il numero di minuti impiegati.

Ogni lavorazione effettiva **è identificata da un codice e caratterizzata da una serie di** lavorazioni standard che vengono effettuate su una **serie di** macchine.

Le lavorazioni effettive sono commissionate da aziende committenti.

Queste aziende committenti sono identificate dalla denominazione e dalla città. Ogni lavorazione effettiva è eseguita in base ad un piano di produzione che in un dato giorno e ad un certo orario riconduce una lavorazione effettiva ad un'unica azienda committente. Naturalmente una azienda può commissionare più lavorazioni effettive e più lavorazioni effettive possono essere effettuate per una stessa azienda.

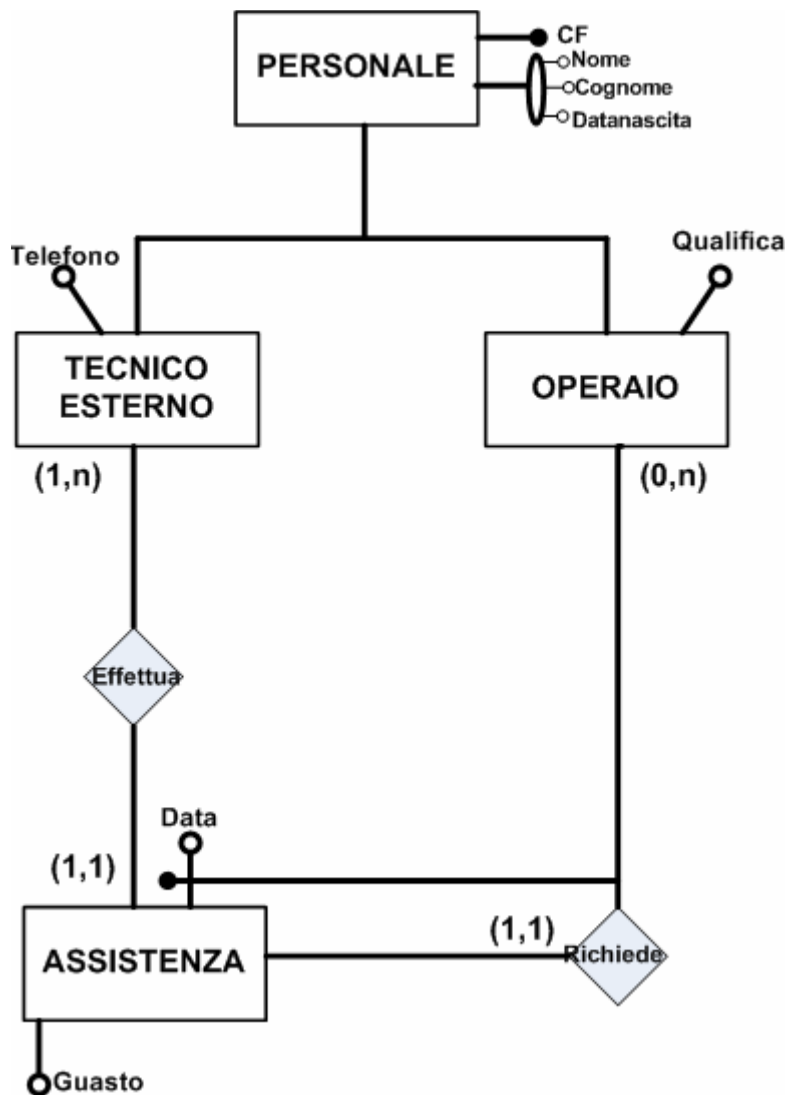
L'officina inizia l'attività alle ore 8:00 del mattino, per problemi di inquinamento acustico, essendo l'officina situata in un centro abitato, i macchinari devono essere fermi tassativamente entro e non oltre le ore 19:00. Occorre quindi che non possa essere avviata nessuna lavorazione che, anche iniziando prima delle 19:00, terminerebbe oltre quell'ora.

*in blu le parti aggiunte da me

** ho preferito togliere questo attributo in quanto era esplicitamente indicato nel testo originale che le macchine possono eseguire ogni tipo di lavorazione standard, in tal caso mi sembrava ambiguo caratterizzare una macchina con un tipo, per il semplice motivo che se una macchina è di un certo tipo (tornio, fresatrice, ecc) allora verosimilmente può eseguire solo singole operazioni (tornitura, fresatura, ecc) e non tutti i tipi di lavorazioni standard come era indicato. Proprio per questo ho eliminato l'attributo "tipo" dall'entità macchina e ho specificato che ogni macchina è multifunzionale; con multifunzionale intendo dire che una macchina è dotata di più braccia meccaniche ognuna delle quali può eseguire una lavorazione. Altre interpretazioni del testo sono spiegate passo per passo nella costruzione dello schema er.

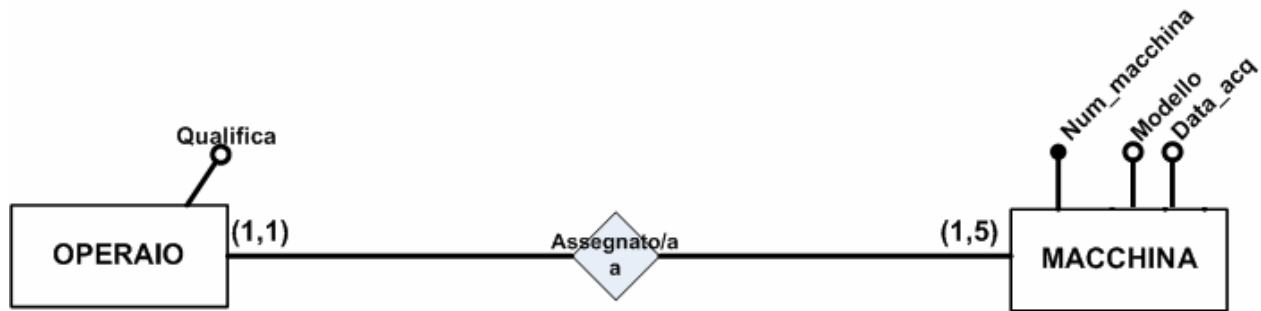
Progetto Concettuale

“Gli operai sono identificati dal codice fiscale e descritti dai dati anagrafici e da una qualifica. Gli operai, nel caso si verifichi un guasto ad una macchina , possono richiedere l’assistenza di un tecnico esterno. Per una certa data in cui un operaio effettua una richiesta di assistenza, viene indicata una breve descrizione del guasto. Per i tecnici esterni occorre conoscere, oltre che al codice fiscale e ai dati anagrafici anche il numero di telefono.”...

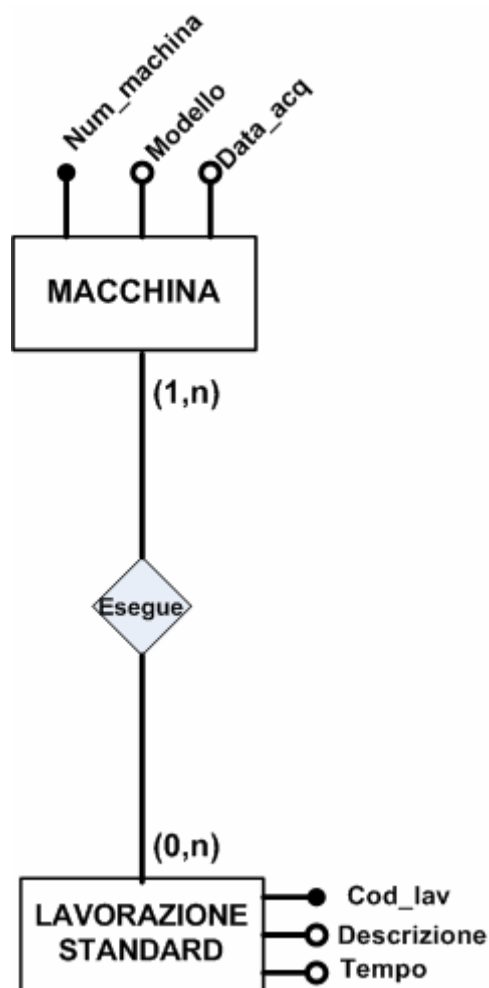


Ho scelto di rappresentare operai e tecnici esterni come entità figlie di un unico padre; la gerarchia è di tipo esclusivo in quanto un operaio non può contemporaneamente essere anche un tecnico esterno e viceversa. Inoltre la gerarchia è totale perché il personale deve scindersi totalmente tra operai e tecnici esterni; non ci possono essere soggetti del personale che non sono ne operai ne tecnici esterni. Il personale è identificato dal codice fiscale che, per gli operai, deve essere riportato su ogni richiesta di assistenza in base alla data in cui è stata effettuata e una breve descrizione del guasto. Per quanto riguarda la cardinalità un tecnico può effettuare più assistenze mentre un operaio potrebbe effettuare più richieste di assistenza (“potrebbe” è dovuto al fatto che potrebbero anche non verificarsi guasti).

...“Le macchine sono identificate da un numero e caratterizzate da un tipo, da un modello e da una data di acquisto. Un operaio è assegnato ad una sola macchina. Ad una macchina possono lavorare non più di cinque operai.”...



...“Ogni macchina è multifunzionale, cioè dotata di più bracci meccanici in grado di eseguire varie lavorazioni standard, ogni macchina può quindi essere utilizzata per tutte le lavorazioni standard da eseguire nel reparto, ogni lavorazione standard è caratterizzata da un codice, una descrizione e da un tempo standard. Le parti meccaniche che entrano nel reparto ricevono un codice progressivo, un tipo, una data di entrata in lavorazione ed un orario di entrata in lavorazione”...



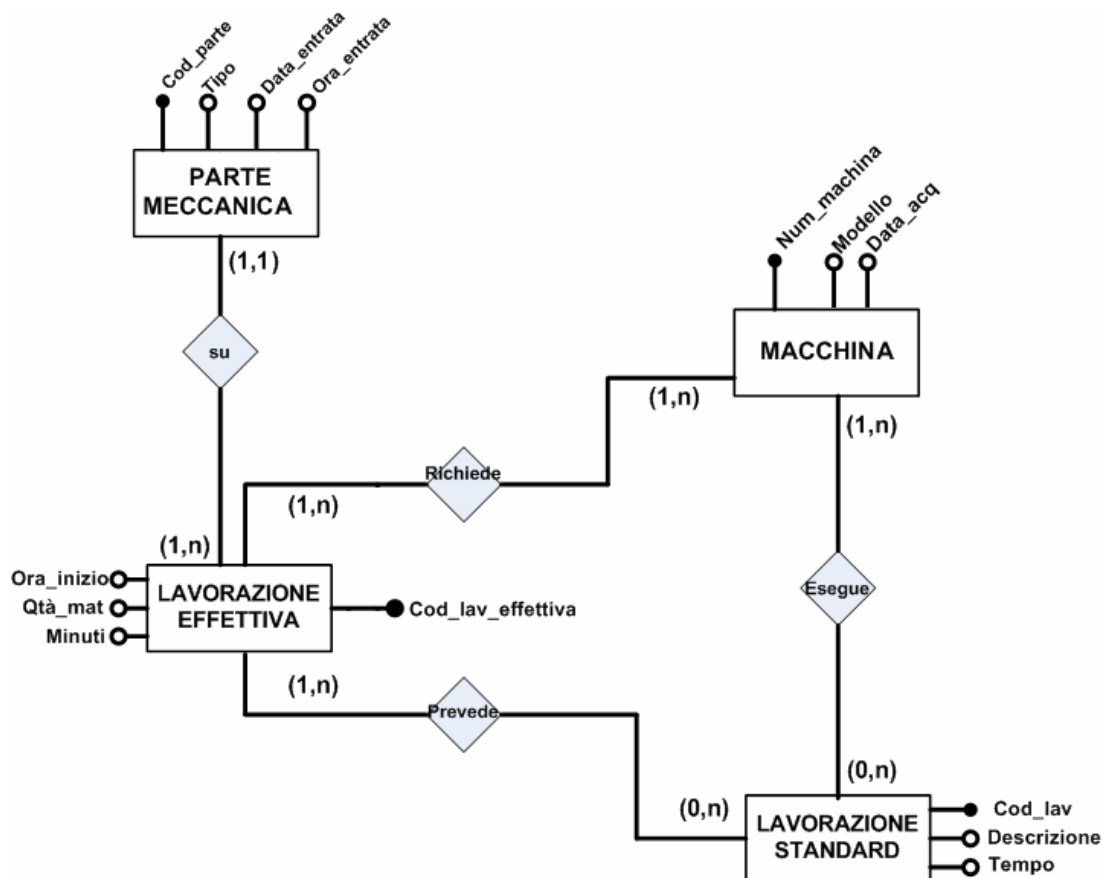
...“Le parti meccaniche subiscono una serie di lavorazioni effettive per le quali interessa conoscere l’orario di inizio lavoro, la quantità di materiale asportato ed il numero di minuti impiegati. Ogni lavorazione effettiva è identificata da un codice e caratterizzata da una serie di lavorazioni standard che vengono effettuate su una serie di macchine.”...

Fin da subito non mi è sembrata chiara la questione Lavorazione standard – Lavorazione effettiva; L’ho quindi interpretata in questo modo:

Una lavorazione effettiva è un processo a cui la parte meccanica viene sottoposta, ad esempio un processo di Verniciatura. Questo processo (o lavorazione effettiva) è composto a sua volta da singole operazioni o meglio singole fasi, come in questo caso possono essere: sgrassatura, trattamento chimico, cottura, stesura a umido e finitura: Queste operazioni sono le lavorazioni standard eseguite dalle macchine multifunzione. L’insieme di tutte queste lavorazioni standard costituisce quindi la lavorazione effettiva, in questo caso la verniciatura. Ovviamente ci sono più lavorazioni effettive possibili, come ad esempio Tornitura, Fresatura, ecc. Tutte queste lavorazioni effettive sono personalizzabili con grande flessibilità dalle aziende committenti (ad. Esempio si può richiedere di verniciare una parte e poi forarla, oppure di lisciare dei componenti e marchiarli col simbolo dell’azienda... insomma si può richiedere qualsiasi combinazione di lavorazioni standard di cui si abbia bisogno, l’insieme di queste lavorazioni standard richieste è la lavorazione effettiva commissionata dall’azienda committente)

Occorre inoltre integrare il testo con alcune precisazioni al fine di eliminare alcuni punti ambigui:

- *Esistono parti meccaniche che non subiscono lavorazioni effettive?*
No, l’azienda possiede parti meccaniche proprio al fine di lavorarle
- *Una macchina può eseguire più lavorazioni standard? Si (ha più braccia meccaniche)*

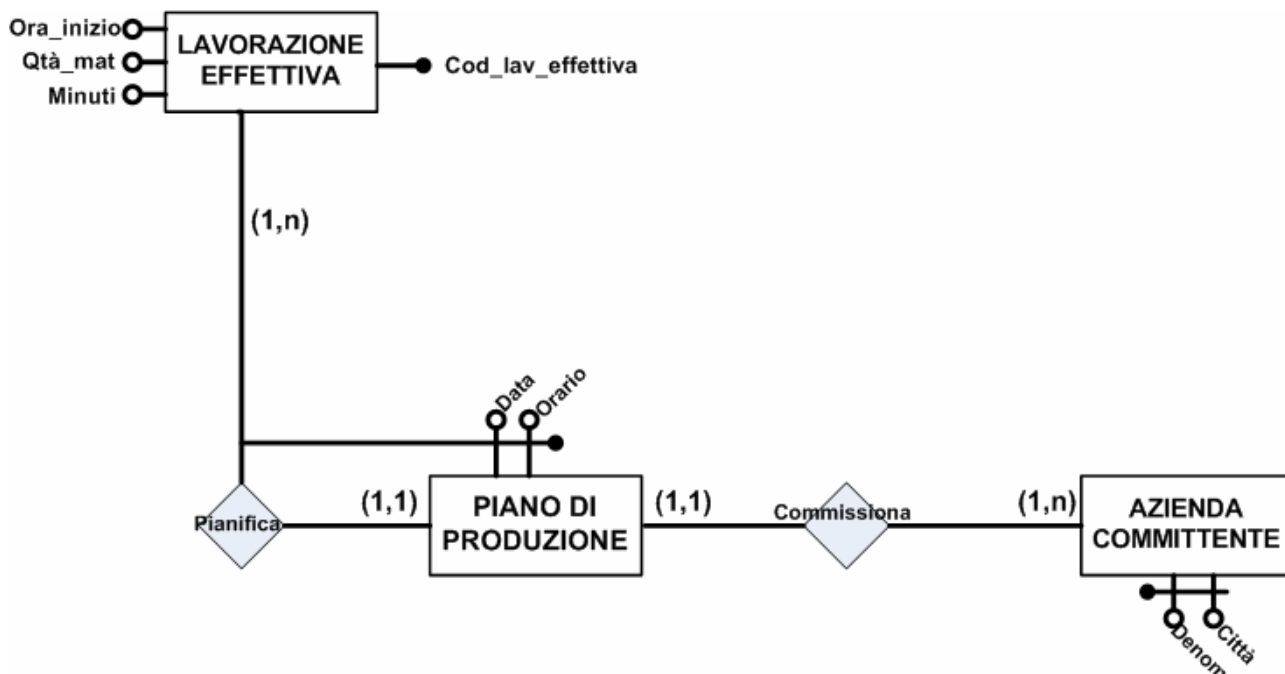


“Ma allora perché una lavorazione effettiva non viene effettuata interamente su una singola macchina, dato che queste ultime hanno braccia in grado di eseguire più lavorazioni?”

Per tutta una serie di motivi. Innanzitutto eseguire tutta la lavorazione effettiva su di una stessa comporta un grosso spreco di tempo in quanto tutte le braccia meccaniche devono essere azionate e riposizionate di continuo ad ogni fase della lavorazione e per ogni parte meccanica che entra nella macchina,; è più logico far scorrere le parti meccaniche su di un nastro da una macchina all'altra e adibire una macchina ad una sola fase della lavorazione. Inoltre nel caso che una parte meccanica dovesse essere lasciata asciugare ad esempio dopo un trattamento chimico o fatta raffreddare dopo una saldatura succederebbe che tutta la lavorazione rimarrebbe ferma finché il pezzo non è pronto per riprendere la lavorazione, e lo spreco di tempo sarebbe enorme. Anche in questo caso è più conveniente farle scorrere, man mano saranno pronte, dentro la successiva macchina, che nel frattempo potrà iniziare a lavorare le parti già pronte. Infine ho fatto questo tipo di scelta anche perché se tutte le fasi fossero eseguite da una stessa macchina, la rottura di uno dei bracci meccanici la metterebbe fuori uso. In ogni caso, se l'officina volesse occasionalmente eseguire tutta una lavorazione effettiva su di una stessa macchina (soprattutto per lavorazioni su pochi pezzi o per lavorazioni di poche fasi), lo potrebbe tranquillamente fare semplicemente assegnando tutte le fasi a quella macchina anziché su diverse macchine.

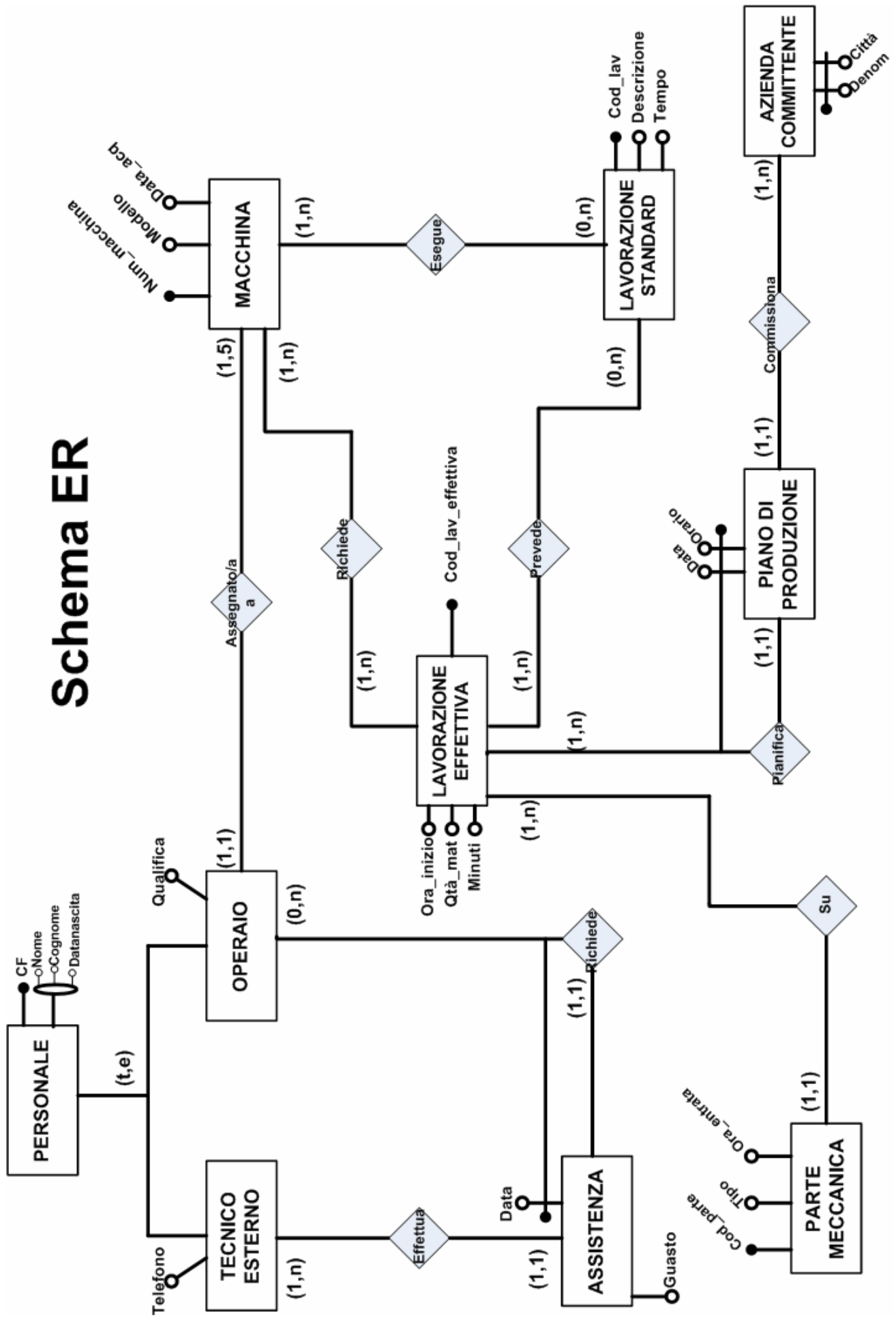
...“Le lavorazioni effettive sono commissionate da aziende committenti.

Queste aziende committenti sono identificate dalla denominazione e dalla città. Ogni lavorazione effettiva è eseguita in base ad un piano di produzione che in un dato giorno e ad un certo orario riconduce una lavorazione effettiva ad un'unica azienda committente. Naturalmente una azienda può commissionare più lavorazioni effettive e più lavorazioni effettive possono essere effettuate per una stessa azienda.”



Un singolo piano di produzione è identificato dalla chiave (Cod_lav_effettiva, Data, Orario), da qui è chiaro come un piano di produzione possa essere commissionato da una sola azienda committente mentre invece una stessa azienda committente ne possa commissionare più di uno. Una lavorazione effettiva, identificata dalla chiave (Cod_lav_effettiva) può essere pianificata in più piani di produzione

Schema ER



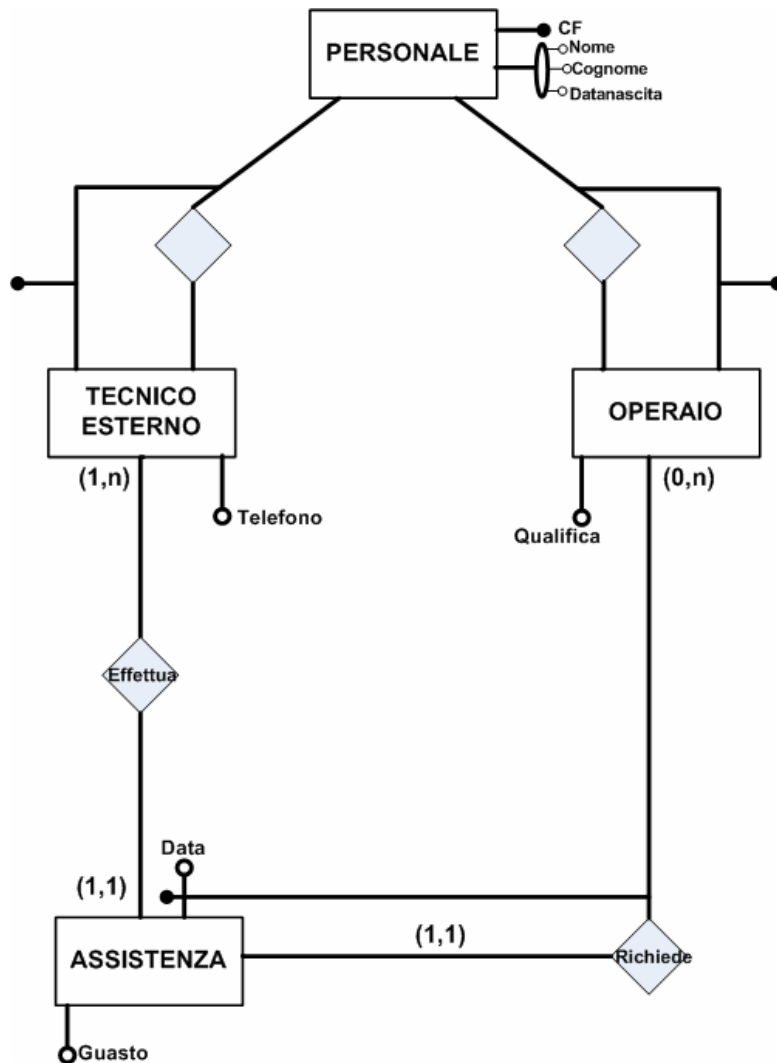
Progetto Logico

Non esistendo DBMS in grado di operare direttamente sui concetti di schemi ER occorre ora tradurre quest'ultimo in un altro schema di dati, lo schema logico relazionale. Le fasi che dovrò affrontare sono le seguenti:

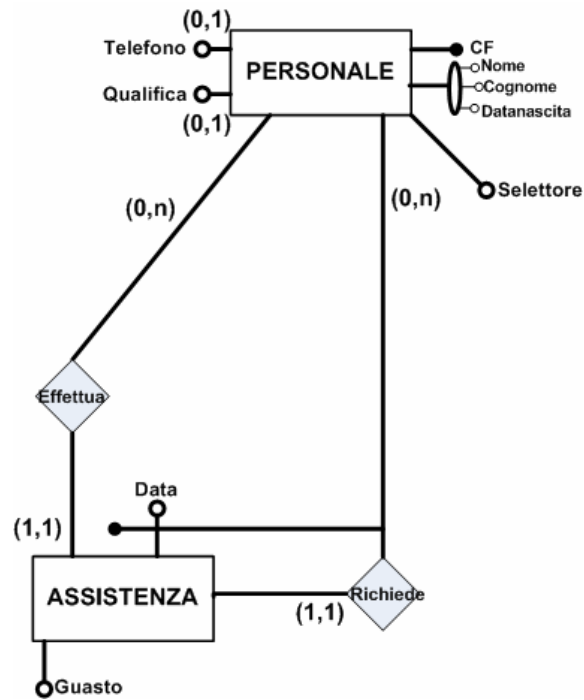
- 1) Eliminazione delle gerarchie isa
- 2) Selezione delle chiavi primarie, eliminazione delle identificazioni esterne
- 3) Trasformazione degli attributi composti o multipli
- 4) Traduzione di entità e associazioni in schemi di relazioni
- 5) Verifica di normalizzazione (eventuale)

1) Eliminazione delle gerarchie isa.

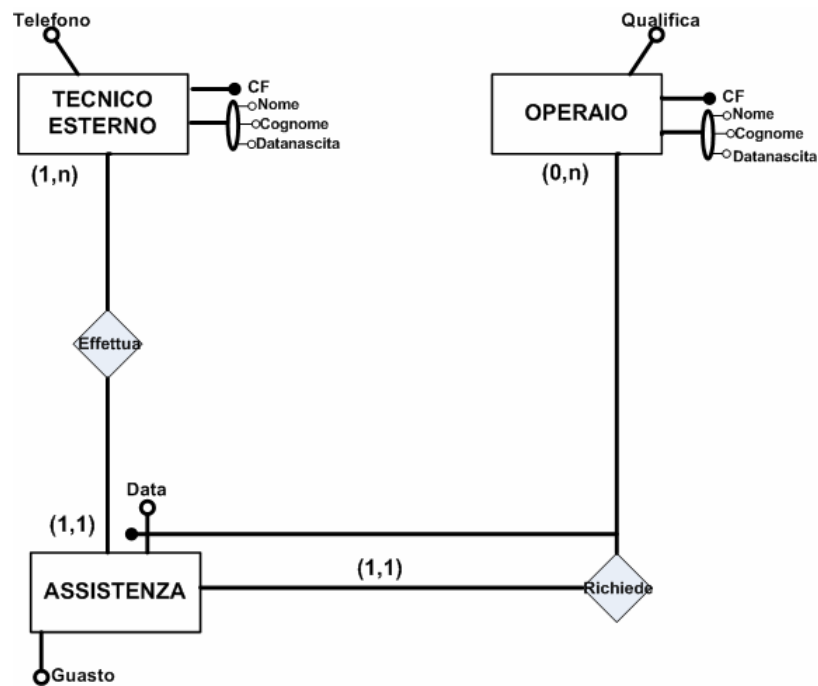
Il modello relazionale non rappresenta le gerarchie, le gerarchie vanno quindi sostituite da entità e associazioni. Avendo una gerarchia di tipo totale ed esclusivo ho a disposizione tutte e tre le soluzioni possibili.



(Mantenimento delle entità con associazioni)



(Collasso verso l'alto)

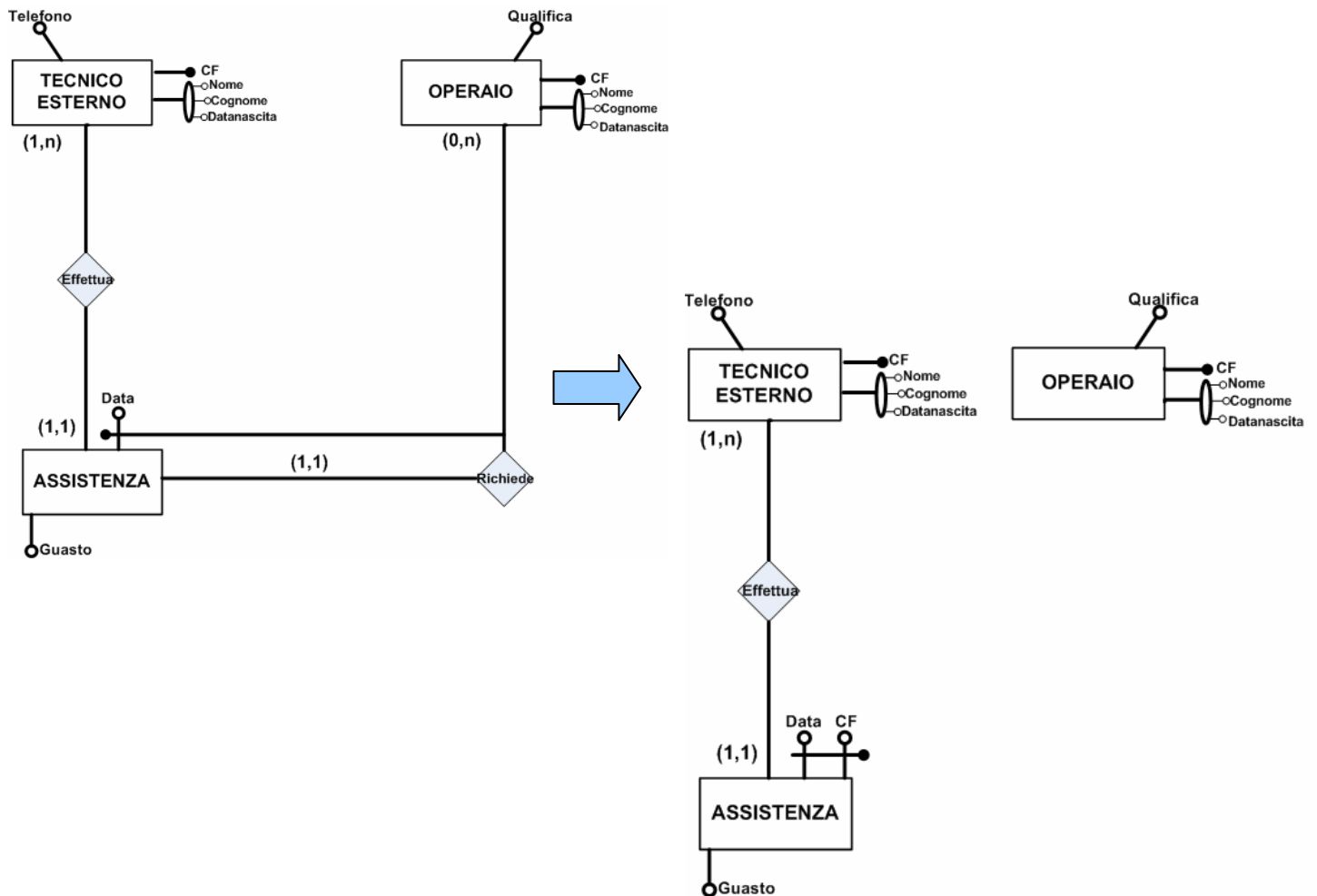


(Collasso verso il basso)

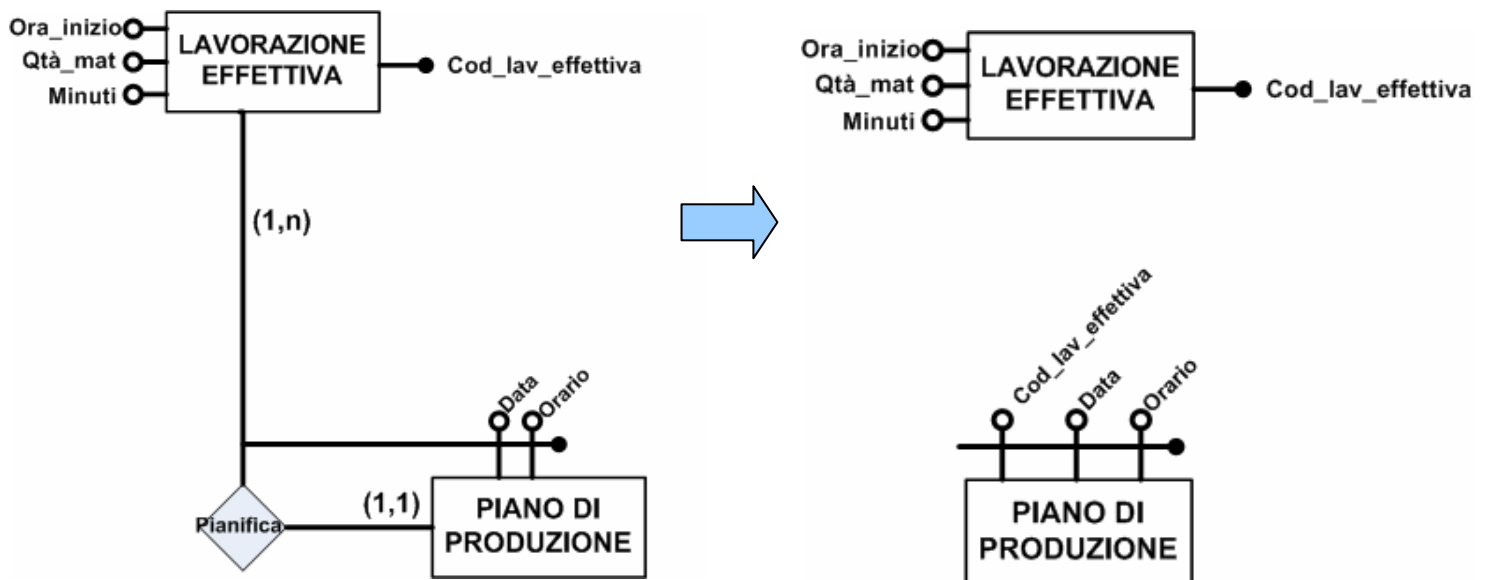
Non avendo molti attributi di specializzazione potrei scegliere per la soluzione del collasso verso l'alto. Avendo pochi attributi di specializzazione i valori "NULL" sarebbero abbastanza limitati. In questo modo però lascerei inespresso il vincolo che una assistenza può essere richiesta solamente da un operaio e fornita da un tecnico, e anche la situazione inversa non dovrebbe essere possibile. Dovrebbero inoltre essere necessariamente gli operai ad essere assegnati alle macchine e non i tecnici. Evito quindi di dover ricorrere a un apposito trigger scegliendo il collasso verso il basso che mantiene separate le entità Operaio e Tecnico.

2) Selezione delle chiavi primarie, eliminazione delle identificazioni esterne

Ho una componente di identificazione esterna dell'entità "Assistenza" dall'entità "Personale" attraverso l'associazione "Richiede".

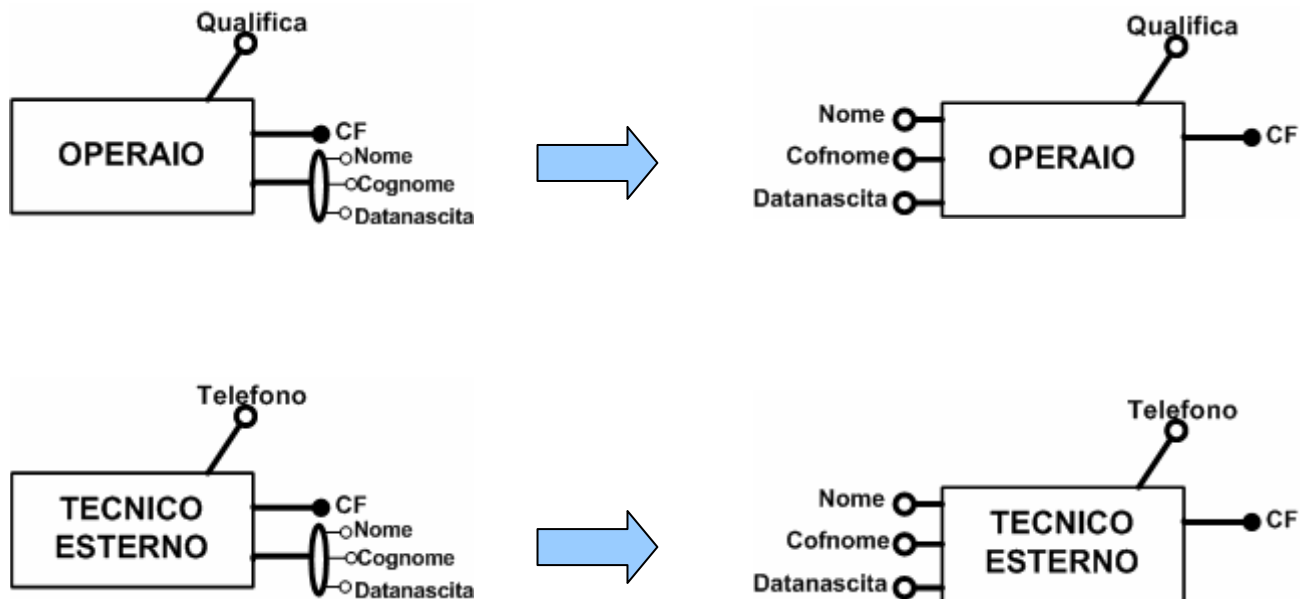


Qui invece ho una componente di identificazione esterna dell'entità "Piano di produzione" dall'entità "Lavorazione effettiva" attraverso l'associazione "pianifica".

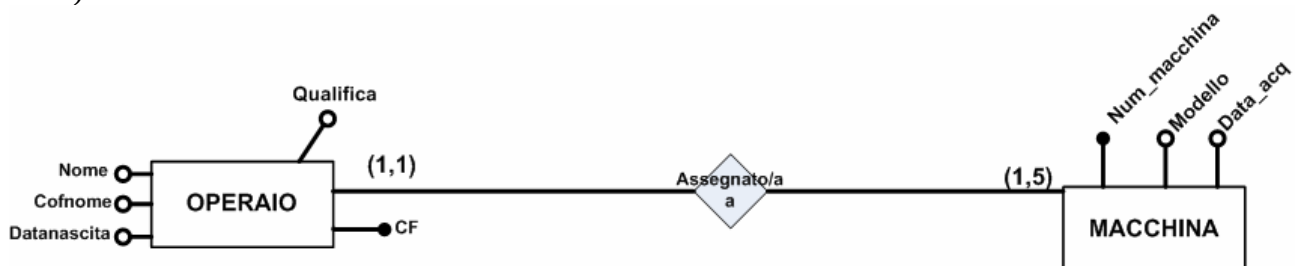


3) Trasformazione degli attributi composti o multipli

Le relazioni non possono contenere attributi composti o, attributi ripetuti ma solamente attributi “atomici”. Ho deciso di eliminare l’attributo composto e considerare i suoi componenti come attributi semplici; in questo modo perdo la visione unitaria ma mantengo l’articolazione dei componenti.



4) Traduzione di entità e associazioni in schemi di relazioni

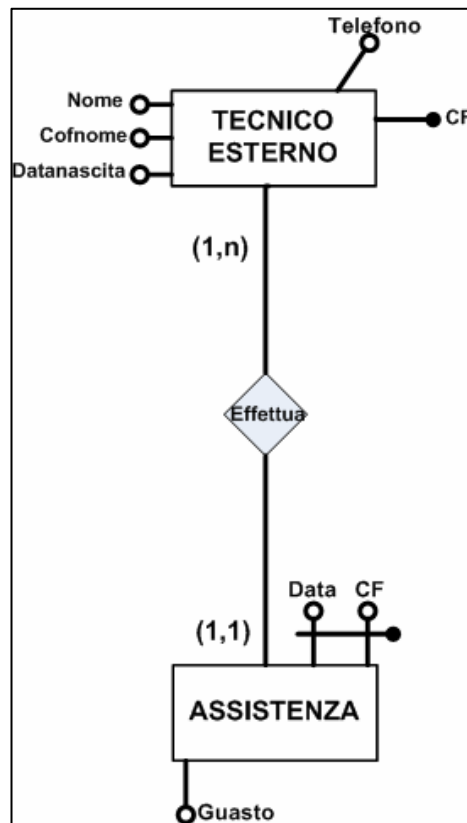


Operaio (CF, Nome, Cognome, Datanascita, Qualifica, Num_macchina)

FK: Num_macchina REFERENCES Macchina

Macchina (Num_macchina, Modello, Data_acq)

Dato che l’entità Operaio partecipa all’associazione “Assegnato/a” con cardinalità (1,1), l’ho accorpata con l’associazione stessa.

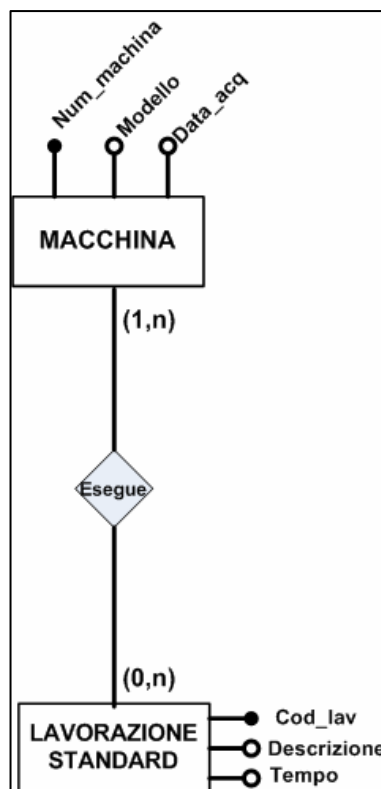


Tecnico (CF, Nome, Cognome, Datanascita, Telefono,)

Assistenza (CF Operario, Data, Guasto, CF_Tecnico)

FK: CF_Tecnico REFERENCES Tecnico

Dato che l'entità Assistenza partecipa all'associazione "Effettua" con cardinalità (1,1), l'ho accorpata con l'associazione stessa.



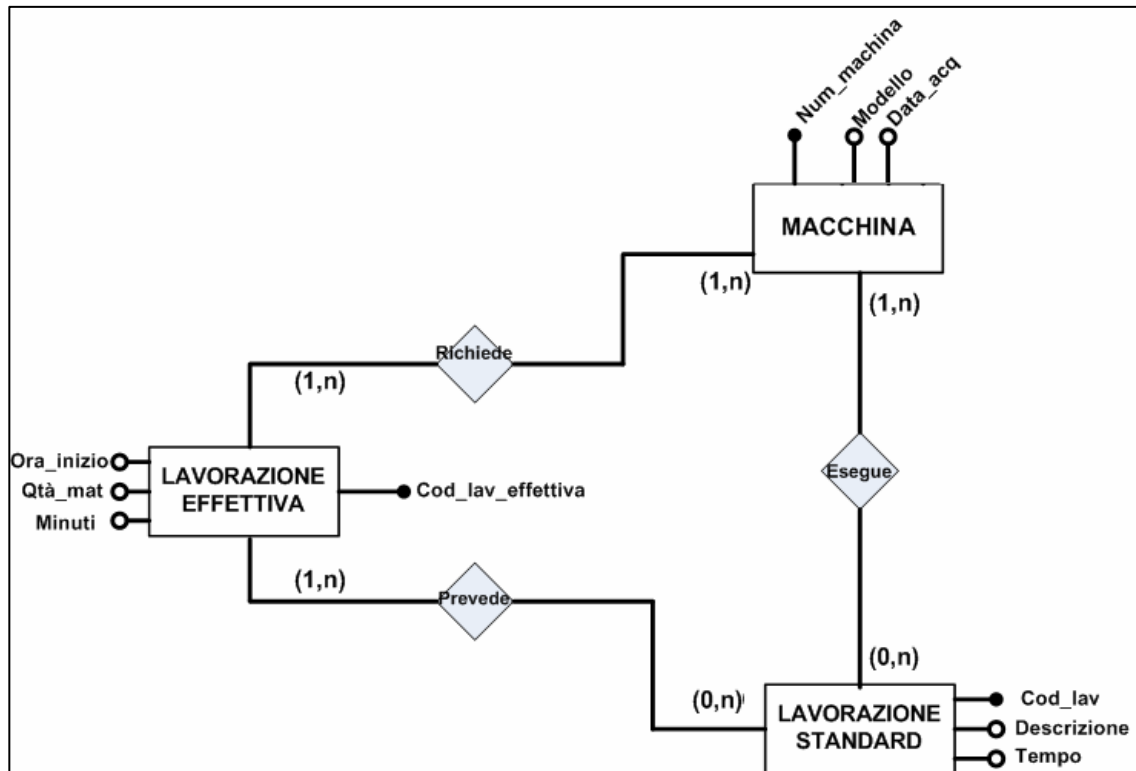
Lavorazione_standard (Cod_lav, Descrizione, Tempo)

Esegue (Num_Macchina, Cod_lav)

FK:Num_macchina REFERENCES Macchina

FK:Cod_lav REFERENCES Lavorazione_standard

Nel caso sopra l'unica traduzione possibile è la traduzione standard



Lavorazione_effettiva (Cod_lav_effettiva, Ora_inizio, Qtà_mat, Minuti)

Richiede (Cod_lav_effettiva, Num_macchina)

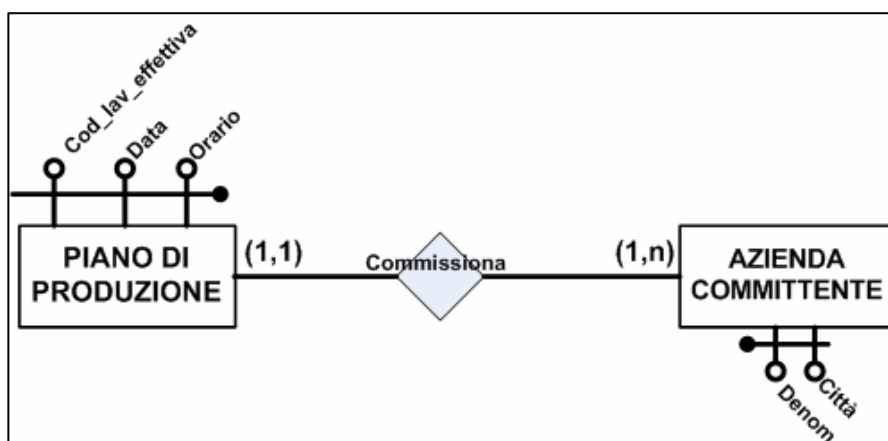
FK:Cod_lav_effettiva REFERENCES Lavorazione_effettiva

FK:Num_macchina REFERENCES Macchina

Prevede (Cod_lav_effettiva, Cod_lav)

FK: Cod_lav_effettiva REFERENCES Lavorazione_effettiva

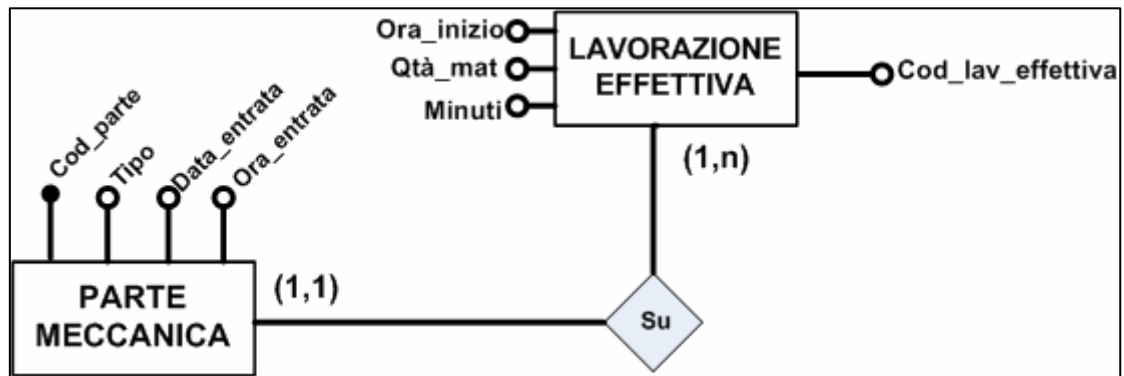
FK:Cod_lav REFERENCES Lavorazione_standard



Piano_produzione (Data, Orario, Cod_lav_effettiva, Denom, Città)
FK:Cod_lav_effettiva REFERENCES Lavorazione_effettiva
FK:Denom, Città REFERENCES Azienda_committente

Azienda_committente (Denom, Città)

Qui sopra ho accorpato l'entità "Piano di produzione" con l'associazione "Commissiona" in quanto l'entità partecipava con cardinalità (1,1).



Parte_meccanica (Cod_parte, Tipo, Data_entrata, Ora_entrata, Cod_lav_effettiva)
FK:Cod_lav_effettiva REFERENCES Lavorazione_effettiva

Riassumendo...

Operaio (CF, Nome, Cognome, Datanascita, Qualifica, Num_macchina)
FK: Num_macchina REFERENCES Macchina

Macchina (Num_macchina, Modello, Data_acq)

Tecnico (CF, Nome, Cognome, Datanascita, Telefono,)

Assistenza (CF_Operaio, Data, Guasto, CF_Tecnico)
FK: CF_Tecnico REFERENCES Tecnico

Lavorazione_standard (Cod_lav, Descrizione, Tempo)

Esegue (Num_Macchina, Cod_lav)
FK:Num_macchina REFERENCES Macchine
FK:Cod_lav REFERENCES Lavorazione_standard

Lavorazione_effettiva (Cod_lav_effettiva, Ora_inizio, Qtà_mat, Minuti)

Richiede (Cod_lav_effettiva, Num_macchina)
FK:Cod_lav_effettiva REFERENCES Lavorazione_effettiva
FK:Num_macchina REFERENCES Macchina

Prevede (Cod_lav_effettiva, Cod_lav)
FK: Cod_lav_effettiva REFERENCES Lavorazione_effettiva
FK:Cod_lav REFERENCES Lavorazione_standard

Piano_produzione (Data, Orario, Cod_lav_effettiva, Denom, Città)
FK:Cod_lav_effettiva REFERENCES Lavorazione_effettiva
FK:Denom, Città REFERENCES Azienda_committente

Azienda_committente (Denom, Città)

Parte_meccanica (Cod_parte, Tipo, Data_entrata, Ora_entrata, Cod_lav_effettiva)
FK:Cod_lav_effettiva REFERENCES Lavorazione_effettiva

5) Non si è resa necessaria alcuna operazione di normalizzazione

Il perché delle scelte e alternative scartate:

Adesso che il quadro generale della base di dati è stato definito si possono capire il perché delle scelte che ho fatto e le ipotesi che ho scartato:

Una scelta alternativa che ho valutato strada facendo è stata quella di identificare ogni lavorazione effettiva non solo con il codice relativo ad essa ma anche dalla chiave della macchina e della lavorazione effettiva; in altre parole per ogni lavorazione effettiva da inserire nel database si sarebbe dovuta eseguire in modo analogo a questo esempio:

```
insert into lavorazione_effettiva values ('A001', '20', L06', '8:00', '250', '0:45' );  
insert into lavorazione_effettiva values ('A001', '16', K90', '8:00', '250', '0:45' );  
insert into lavorazione_effettiva values ('A001', '01', K20', '8:00', '250', '0:45' );  
insert into lavorazione_effettiva values ('A001', '20', K05', '8:00', '250', '0:45' );
```

Ovvero la parte di chiave relativa al codice della lavorazione effettiva sempre costante (perché si stanno definendo le fasi di una stessa lavorazione) e il codice della macchina e della lavorazione che cambia a seconda di quali operazioni si vogliono eseguire e su quali macchine. Costanti sarebbero dovuti essere anche gli altri dati relativi alla lavorazione effettiva in questione quali ora di inizio, pezzi da sottoporre alla lavorazione e durata totale della lavorazione.

Ho deciso di non proseguire su questa strada perché nonostante si risparmiasse un discreto numero di operazioni in fase di inserimento dati, ho ritenuto abbastanza improbabile che alla registrazione nel database della lavorazione effettiva si fosse già in grado di specificare quali fasi della lavorazione eseguire su quali macchine. Verosimilmente infatti, le aziende committenti daranno comunicazione delle lavorazioni effettive da eseguire con largo anticipo e quindi ho ritenuto più realistico che i gestori di questo reparto di lavorazione di parti meccaniche volessero registrare la lavorazione nel piano di produzione al momento in cui l'azienda committente effettua la prenotazione e si volessero poi riservare la scelta di quali macchine utilizzare e per quali fasi nel periodo precedente all'esecuzione della lavorazione. Questo anche per coprirsi dal rischio che il guasto di una macchina o l'assenza di determinati operai addetti alle macchine compromettano il piano di produzione.

Come visto, la soluzione che ho adottato per garantire questa flessibilità, prevede invece che la lavorazione effettiva sia inserita nel database non appena si riceve la prenotazione, ma che quest'ultima sia identificata solo dal codice della lavorazione. Le fasi di accoppiamento lavorazioni standard – macchine , sono fatte in seguito. Un esempio di inserimento dati nel database è nelle prossime pagine.

Implementazione

Per la realizzazione del tutto ho utilizzato PostgreSQL 8.0. Ho creato un nuovo database di nome 'Progetto' e un nuovo schema di nome 'officina'. Dopo aver selezionato quest'ultimo schema come schema su cui agire con la dicitura 'set search_path to officina;' ho mandato in esecuzione dalla finestra di edit il seguente codice SQL per la creazione delle tabelle:

```
CREATE TABLE MACCHINA  
(NUM_MACCHINA NUMERIC (20) NOT NULL,  
MODELLO VARCHAR (20),  
DATA_ACQ DATE,  
PRIMARY KEY (NUM_MACCHINA)  
);
```

```
CREATE TABLE OPERAIO  
(CF VARCHAR (30) NOT NULL,  
NOME VARCHAR (30) NOT NULL,  
COGNOME VARCHAR (30) NOT NULL,  
DATANASCITA DATE NOT NULL,  
QUALIFICA VARCHAR (30),  
NUM_MACCHINA NUMERIC (20) NOT NULL,  
PRIMARY KEY (CF),  
FOREIGN KEY (NUM_MACCHINA) REFERENCES MACCHINA  
ON DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE  
);
```

```
CREATE TABLE TECNICO  
(CF VARCHAR (30) NOT NULL,  
NOME VARCHAR (30) NOT NULL,  
COGNOME VARCHAR (30) NOT NULL,  
DATANASCITA DATE NOT NULL,  
TELEFONO NUMERIC (30),  
PRIMARY KEY (CF)  
);
```

```
CREATE TABLE ASSISTENZA  
(CF_OPERAIO VARCHAR (30) NOT NULL,  
DATA DATE NOT NULL,  
GUASTO VARCHAR(100),  
CF_TECNICO VARCHAR (30) NOT NULL,  
PRIMARY KEY (CF_OPERAIO, DATA),  
FOREIGN KEY (CF_OPERAIO) REFERENCES OPERAIO(CF),  
FOREIGN KEY (CF_TECNICO) REFERENCES TECNICO(CF)  
);
```

```
CREATE TABLE LAVORAZIONE_STANDARD  
(COD_LAV VARCHAR (20) NOT NULL,  
DESCRIZIONE VARCHAR (100),  
TEMPO TIME NOT NULL,  
PRIMARY KEY (COD_LAV)  
);
```

```
CREATE TABLE ESEGUE  
(NUM_MACCHINA NUMERIC (20) NOT NULL,  
COD_LAV VARCHAR (20) NOT NULL,  
PRIMARY KEY (NUM_MACCHINA, COD_LAV),  
FOREIGN KEY (NUM_MACCHINA) REFERENCES MACCHINA  
ON DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE,  
FOREIGN KEY (COD_LAV) REFERENCES LAVORAZIONE_STANDARD  
ON DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE  
);
```

```
CREATE TABLE LAVORAZIONE_EFFETTIVA  
(COD_LAV_EFFETTIVA VARCHAR (20) NOT NULL,  
ORA_INIZIO INTERVAL CHECK (ORA_INIZIO <= '19:00' AND ORA_INIZIO >= '08:00'),  
QTÀ_MAT FLOAT NOT NULL,  
MINUTI INTERVAL CHECK ((ORA_INIZIO + MINUTI) <= '19:00'),  
PRIMARY KEY (COD_LAV_EFFETTIVA)  
);
```

```
CREATE TABLE RICHIEDE  
(COD_LAV_EFFETTIVA VARCHAR (20) NOT NULL,  
NUM_MACCHINA NUMERIC (20) NOT NULL,  
PRIMARY KEY(COD_LAV_EFFETTIVA, NUM_MACCHINA),  
FOREIGN KEY (COD_LAV_EFFETTIVA) REFERENCES LAVORAZIONE_EFFETTIVA  
ON DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE,  
FOREIGN KEY (NUM_MACCHINA) REFERENCES MACCHINA  
ON DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE  
);
```

```
CREATE TABLE PREVEDE  
(COD_LAV_EFFETTIVA VARCHAR (20) NOT NULL,  
COD_LAV VARCHAR(20) NOT NULL,  
PRIMARY KEY (COD_LAV_EFFETTIVA, COD_LAV),  
FOREIGN KEY (COD_LAV_EFFETTIVA) REFERENCES LAVORAZIONE_EFFETTIVA  
ON DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE,  
FOREIGN KEY (COD_LAV) REFERENCES LAVORAZIONE_STANDARD  
ON DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE  
);
```

```
CREATE TABLE AZIENDA_COMMITTENTE  
(DENOM VARCHAR (100) NOT NULL,  
CITTÀ VARCHAR (50) NOT NULL,  
PRIMARY KEY (DENOM, CITTÀ)  
);
```

```

CREATE TABLE PIANO_PRODUZIONE
(DATA DATE NOT NULL,
ORARIO TIME NOT NULL,
COD_LAV_EFFETTIVA VARCHAR (20) NOT NULL,
DENOM VARCHAR (100) NOT NULL,
CITTÀ VARCHAR (50) NOT NULL,
PRIMARY KEY (DATA, ORARIO, COD_LAV_EFFETTIVA),
FOREIGN KEY (COD_LAV_EFFETTIVA) REFERENCES LAVORAZIONE_EFFETTIVA,
FOREIGN KEY (DENOM, CITTÀ) REFERENCES AZIENDA_COMMITTENTE
);

```

```

CREATE TABLE PARTE_MECCANICA
(COD_PARTE VARCHAR (20) NOT NULL,
TIPO VARCHAR (30),
ORA_ENTRATA TIME NOT NULL,
COD_LAV_EFFETTIVA VARCHAR (20),
PRIMARY KEY (COD_PARTE),
FOREIGN KEY (COD_LAV_EFFETTIVA) REFERENCES LAVORAZIONE_EFFETTIVA
);

```

Arrivati a questo punto bisognava risolvere il problema dato dal fatto che i minuti di durata , relativi ad ogni lavorazione effettiva, fossero calcolati automaticamente quando si andavano ad inserire nella tabella “Esegue” le lavorazioni standard che avrebbero fatto parte della lavorazione effettiva in questione. Ho risolto questo problema con questo trigger:

```

CREATE FUNCTION CALCOLO_DURATA() RETURNS TRIGGER AS
$CALCOLO_DURATA$
BEGIN

UPDATE LAVORAZIONE_EFFETTIVA
SET MINUTI = (SELECT SUM(TEMPO) FROM LAVORAZIONE_STANDARD
WHERE COD_LAV IN
(SELECT COD_LAV FROM PREVEDE
WHERE COD_LAV_EFFETTIVA = NEW.COD_LAV_EFFETTIVA))
WHERE COD_LAV_EFFETTIVA = NEW.COD_LAV_EFFETTIVA;

RETURN NEW;
END;

$CALCOLO_DURATA$ LANGUAGE PLPGSQL;

CREATE TRIGGER CALCOLO_DURATA
AFTER INSERT OR UPDATE ON PREVEDE
FOR EACH ROW EXECUTE PROCEDURE CALCOLO_DURATA();

```

Per quanto riguarda il problema dell'inquinamento acustico, l'ho risolto con un check precedentemente inserito nel codice di creazione della tabella lavorazione_effettiva; nel caso che l'ora di inizio della lavorazione sommata alla durata della stessa vadano oltre le ore 19:00 il check blocca l'inserimento

Quando viene deciso dall'officina in che data e a che ora eseguire una certa lavorazione occorre aggiornare i campi data_entrata e ora_entrata dell'entità parte meccanica con la data e l'orario stabiliti nel piano di produzione, inoltre va aggiornata anche l'ora di inizio della lavorazione. Ho scritto per questo il seguente trigger:

```
CREATE FUNCTION IMPORTA_ESTREMI_TEMPORALI() RETURNS TRIGGER AS  
$IMPORTA_ESTREMI_TEMPORALI$  
BEGIN
```

```
UPDATE PARTE_MECCANICA  
SET DATA_ENTRATA = NEW.DATA,  
    ORA_ENTRATA = NEW.ORARIO  
WHERE COD_LAV_EFFETTIVA = NEW.COD_LAV_EFFETTIVA;
```

```
UPDATE LAVORAZIONE_EFFETTIVA  
SET ORA_INIZIO = NEW.ORARIO  
WHERE COD_LAV_EFFETTIVA = NEW.COD_LAV_EFFETTIVA;
```

```
RETURN NEW;  
END;
```

```
$IMPORTA_ESTREMI_TEMPORALI$ LANGUAGE PLPGSQL;
```

```
CREATE TRIGGER IMPORTA_ESTREMI_TEMPORALI  
AFTER INSERT OR UPDATE ON PIANO_PRODUZIONE  
FOR EACH ROW EXECUTE PROCEDURE IMPORTA_ESTREMI_TEMPORALI();
```

Per controllare che ad una macchina non siano assegnati più di cinque operai ho scritto il seguente trigger:

```
CREATE FUNCTION CONTROLLO_OPERAI() RETURNS TRIGGER AS  
$CONTROLLO_OPERAI$  
DECLARE TMP INTEGER;
```

```
BEGIN  
TMP= (SELECT COUNT(*)  
      FROM OPERAIO  
      WHERE NUM_MACCHINA = NEW.NUM_MACCHINA);  
IF TMP > 5 THEN  
    RAISE EXCEPTION 'ATTENZIONE, AD UNA MACCHINA NON POSSONO ESSERE  
ASSEGNATI PIÙ DI CINQUE OPERAI';  
END IF;  
RETURN NEW;  
END;
```

```
$CONTROLLO_OPERAI$ LANGUAGE PLPGSQL;
```

```
CREATE TRIGGER CONTROLLO_OPERAI
AFTER INSERT OR UPDATE ON OPERAI
FOR EACH ROW EXECUTE PROCEDURE CONTROLLO_OPERAI()
```

Ho inoltre scritto una procedura per aggiungere una certa quantità di materiale ad una lavorazione effettiva:

```
CREATE FUNCTION AGGIUNGI_QUANTITÀ (CODICE VARCHAR, QUANTITÀ
INTEGER) RETURNS INTEGER AS $$
DECLARE TMP INTEGER;
BEGIN
    SELECT QTÀ_MAT INTO TMP
    FROM LAVORAZIONE_EFFETTIVA
    WHERE COD_LAV_EFFETTIVA = CODICE;

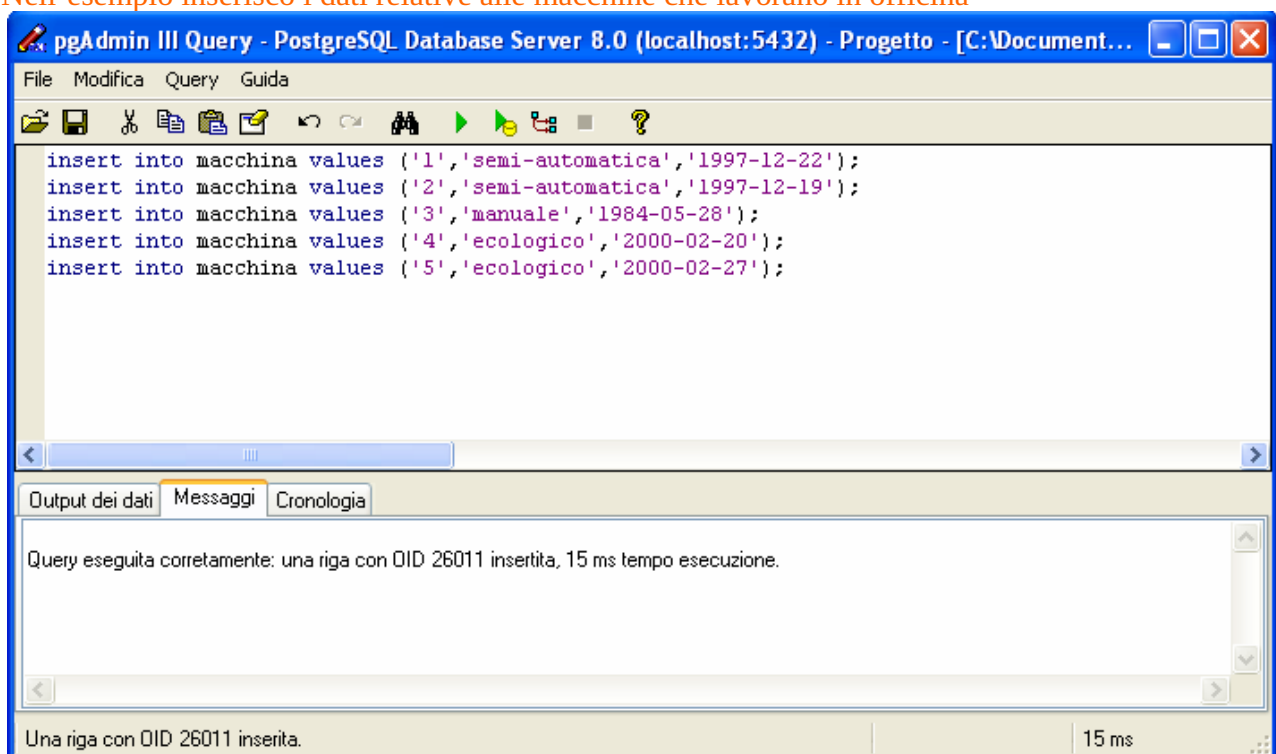
    TMP = TMP + QUANTITÀ;

    UPDATE LAVORAZIONE_EFFETTIVA
    SET QTÀ_MAT = TMP
    WHERE COD_LAV_EFFETTIVA = CODICE;

    RETURN TMP;
END;
$$LANGUAGE PLPGSQL;
```

Ora procedo con l'inserimento nel database di dati esemplificativi, che utilizzerò per dimostrarne le funzionalità. Nella finestra di edit scrivo e lancio il codice come nella figura:

Nell'esempio inserisco i dati relative alle macchine che lavorano in officina



così come per questa prima tabella, faccio lo stesso anche per le altre:

Così registro nel database gli operai dell'officina:

```
insert into operaio values ('DVDRSS80A20E897Y','Davide','Rossi','1980-01-20','responsabile','1');
insert into operaio values ('MRCVRD77L14E897D','Marco','Verdi','1977-07-14','operaio semplice','1');
insert into operaio values ('CRLNRE84P20E897Z','Carlo','Neri','1984-09-20','operaio semplice','2');
insert into operaio values ('PLABCH70T31E897H','Paolo','Bianchi','1970-12-31','operaio specializzato','2');
insert into operaio values ('DNLVLI84P15E897Q','Daniele','Viola','1984-09-15','jolly','3');
insert into operaio values ('MTTCRT86M15E897E','Matteo','Colorato','1986-08-15','operaio semplice','4');
insert into operaio values ('NZECRB84P20E897N','Enzo','Acerbi','1984-09-20','operaio semplice','4');
insert into operaio values ('DRAZRR82H16E897W','Dario','Azzurri','1982-06-16','operaio specializzato','5');
```

Così registro i tecnici esterni che sono a disposizione per eventuali assistenze:

```
insert into tecnico values ('NRCGLL70R10E897J','Enrico','Gialli','1970-10-10','0376559297');
insert into tecnico values ('MSSGRG65T05E897I','Massimo','Grigio','1965-12-05','0376558640');
insert into tecnico values ('CRSRSO77M28E897H','Cristian','Rosa','1977-08-28','0376534848');
```

Al momento in cui si verifica il guasto e la conseguente chiamata di un tecnico registro la richiesta di assistenza con una scrittura analoga alle seguenti:

```
insert into assistenza values
('DVDRSS80A20E897Y','2005-06-20','Rottura ingranaggio','NRCGLL70R10E897J');
insert into assistenza values
('PLABCH70T31E897H','2005-05-04','Corto circuito','NRCGLL70R10E897J');
insert into assistenza values
('MTTCRT86M15E897E','2005-04-08','Alimentatore da sostituire','MSSGRG65T05E897I');
insert into assistenza values
('DRAZRR82H16E897W','2005-01-22','Rottura rullo automatico','CRSRSO77M28E897H');
```

Così inserisco nel database tutte le lavorazioni standard che l'officina può eseguire:

```
insert into lavorazione_standard values ('sgr887','Sgrassatura','0:03');
insert into lavorazione_standard values ('chi780','Trattamento chimico','0:10');
insert into lavorazione_standard values ('cot734','Cottura','0:7');
insert into lavorazione_standard values ('ste007','Stesura a umido','0:09');
insert into lavorazione_standard values ('fin345','Finitura','0:01');
insert into lavorazione_standard values ('for224','Foratura','0:0:10');
insert into lavorazione_standard values ('lis765','Lisciatura','0:01');
insert into lavorazione_standard values ('mar023','Marchiatura','0:0:05');
```

L'officina riceve una prenotazione, allora...

Quando ricevo la prenotazione di una lavorazione effettiva, prima di tutto la registro tra le lavorazioni effettive con una scrittura analoga ad una delle seguenti inserite per esempio...

```
insert into lavorazione_effettiva values ('abc001',null,'200',null);
insert into lavorazione_effettiva values ('zzz999',null,'300',null);
insert into lavorazione_effettiva values ('mmm555',null,'300',null);
```

...e poi inserisco le varie lavorazioni standard che compongono la lavorazione effettiva, su indicazione dell'azienda committente, nella tabella "prevede". Ad esempio:

```
insert into prevede values ('abc001','lis765');
insert into prevede values ('abc001','mar023');
insert into prevede values ('mmm555','fin345');
```

```
insert into prevede values ('mmm555','lis765');
```

```
insert into prevede values ('zzz999','cot734');
```

```
insert into prevede values ('zzz999','chi780');
```

NB: dopo ogni inserimento scatta il trigger calcolo_durata che mi aggiorna il campo 'Minuti' della lavorazione effettiva

Sempre su indicazione dell'azienda committente seleziono le parti meccaniche su cui effettuare la lavorazione, è possibile anche lasciare nullo il campo relativo alla data e all'ora di entrata in lavorazione delle parti meccaniche perché verrà aggiornato automaticamente quando la lavorazione effettiva a cui fanno riferimento sarà inserita nel piano di produzione a seconda delle esigenze dell'azienda committente e delle disponibilità dell'officina.

NB: Non ho realizzato la parte relativa alla gestione del magazzino delle parti meccaniche perché avrebbe comportato la scrittura di diverse funzioni di controllo, funzioni di prelievo, trigger per il ricarico della merce ed essendo da solo non ho potuto aggiungere questa parte. La parte magazzino non era comunque prevista neanche nel progetto originario. Le parti sono quindi teoricamente fornite dall'impresa committente che ne richiede la lavorazione.

```
insert into parte_meccanica values ('shlwd1', 'pannello in acciaio', null, null, 'mmm555');
```

```
insert into parte_meccanica values ('dhrso4', 'rete metallica', null, null, 'mmm555');
```

```
insert into parte_meccanica values ('inzoh9', 'tubo', null, null, 'zzz999');
```

```
insert into parte_meccanica values ('mldyw8', 'telaio in acciaio', null, null, 'zzz999');
```

```
insert into parte_meccanica values ('uuvvxx', 'gancio', null, null, 'abc001');
```

```
insert into parte_meccanica values ('vvh78k', 'lastra 1 metro quadrato', null, null, 'abc001');
```

Registro inoltre gli estremi dell'azienda committente

```
insert into azienda_committente values ('Meccanical Center s.r.l.', 'Milano');
```

```
insert into azienda_committente values ('Tormec s.r.l.', 'Pegognaga (MN)');
```

```
insert into azienda_committente values ('Iveco', 'Suzzara (MN)');
```

Ora l'officina può inserire questa lavorazione nel suo piano di produzione

NB: dopo ogni inserimento scatta il trigger importa_estremi_temporali

```
insert into piano_produzione values ('2005-06-16','18:55','mmm555','Meccanical Center s.r.l.','Milano');
```

```
insert into piano_produzione values ('2005-06-16','08:00','abc001','Tormec s.r.l.','Pegognaga (MN)');
```

```
insert into piano_produzione values ('2005-06-16','13:30','zzz999','Iveco','Suzzara (MN)');
```

E per finire, solo in un secondo momento, ad esempio nei giorni o nel giorno immediatamente precedente alla lavorazione i gestori dell'officina potranno riservare per una certa lavorazione effettiva le macchine necessarie (tabella 'richiede') e assegnare anche ad ogni lavorazione standard a una certa macchina (tabella 'esegue'); tutto questo a seconda delle disponibilità di operai o per altri fattori interni all'azienda. Il contenuto di queste tabelle varierà quindi molto frequentemente

```
insert into richiede values ('abc001','1');
```

```
insert into richiede values ('abc001','2');
```

```
insert into richiede values ('zzz999','3');
```

```
insert into richiede values ('zzz999','4');
```

```
insert into richiede values ('mmm555','5');
```

```
insert into richiede values ('mmm555','1');
```

```
insert into esegue values ('1','mar023');
```

```
insert into esegue values ('2','lis765');
```


insert into esegue values('1','lis765');
insert into esegue values('5','fin345');
insert into esegue values('3','chi780');
insert into esegue values('4','cot734');

La situazione è quindi la seguente:

Macchina

num_macchina numeric	modello varchar	data_acq date
1	semi-automatica	1997-12-22
2	semi-automatica	1997-12-19
3	manuale	1984-05-28
4	ecologico	2000-02-20
5	ecologico	2000-02-27

Operaio

cf varchar	nome varchar	cognome varchar	datanascita date	qualifica varchar	num_macchina numeric
CRLNRE84P20E897Z	Carlo	Neri	1984-09-20	operaio semplice	2
DNLVLI84P15E897Q	Daniele	Viola	1984-09-15	jolly	3
DRAZRR82H16E897W	Dario	Azzurri	1982-06-16	operaio specializzato	5
DVDRSS80A20E897Y	Davide	Rossi	1980-01-20	responsabile	1
MRCVRD77L14E897D	Marco	Verdi	1977-07-14	operaio semplice	1
MTTCRT86M15E897E	Matteo	Colorato	1986-08-15	operaio semplice	4
NZECRB84P20E897N	Enzo	Acerbi	1984-09-20	operaio semplice	4
PLABCH70T31E897H	Paolo	Bianchi	1970-12-31	operaio specializzato	2

Tecnico

cf varchar	nome varchar	cognome varchar	datanascita date	telefono numeric
CRSRSO77M28E897H	Cristian	Rosa	1977-08-28	376534848
MSSGRG65T05E897I	Massimo	Grigio	1965-12-05	376558640
NRCGLL70R10E897J	Enrico	Gialli	1970-10-10	376559297

Assistenza

cf_operaio varchar	data date	guasto varchar	cf_tecnico varchar
DRAZRR82H16E897W	2005-01-22	Rottura rullo automatico	CRSRSO77M28E897H
DVDRSS80A20E897Y	2005-06-20	Rottura ingranaggio	NRCGLL70R10E897J
MTTCRT86M15E897E	2005-04-08	Alimentatore da sostituire	MSSGRG65T05E897I
PLABCH70T31E897H	2005-05-04	Corto circuito	NRCGLL70R10E897J

Lavorazione_standard

cod_lav varchar	descrizione varchar	tempo time
chi780	Trattamento chimico	00:10:00
cot734	Cottura	00:07:00
fin345	Finitura	00:01:00
for224	Foratura	00:00:10
lis765	Lisciatura	00:01:00
mar023	Marchiatura	00:00:05
sgr887	Sgrassatura	00:03:00
ste007	Stesura a umido	00:09:00

Prevede

cod_lav_effettiva varchar	cod_lav varchar
abc001	lis765
abc001	mar023
mmm555	fin345
mmm555	lis765
zzz999	chi780
zzz999	cot734

Lavorazione_effettiva

cod_lav_effettiva varchar	ora_inizio interval	qtà_mat float8	minuti interval
abc001	08:00:00	200	00:01:05
mmm555	18:55:00	300	00:02:00
zzz999	13:30:00	300	00:17:00

Parte_meccanica

cod_parte varchar	tipo varchar	data_entrata date	ora_entrata time	cod_lav_effettiva varchar
dhroso4	rete metallica	2005-06-16	18:55:00	mmm555
inzoh9	tubo	2005-06-16	13:30:00	zzz999
mlidyw8	telaio in acciaio	2005-06-16	13:30:00	zzz999
shlwd1	pannello in acci.	2005-06-16	18:55:00	mmm555
uuvvxx	gancio	2005-06-16	08:00:00	abc001
vyh78k	lastra 1 metro q.	2005-06-16	08:00:00	abc001

Azienda_committente

denom varchar	città varchar
Iveco	Suzzara (MN)
Meccanical Center s.r.l.	Milano
Tormec s.r.l.	Pegognaga (MN)

Piano_produzione

data date	orario time	cod_lav_effettiva varchar	denom varchar	città varchar
2005-06-16	08:00:00	abc001	Tormec s.r.l.	Pegognaga (MN)
2005-06-16	13:30:00	zzz999	Iveco	Suzzara (MN)
2005-06-16	18:55:00	mmm555	Meccanical Center s.r.l.	Milano

Richiede

cod_lav_effettiva varchar	num_macchina numeric
abc001	1
abc001	2
mmm555	1
mmm555	5
zzz999	3
zzz999	4

Esegue

num_macchina numeric	cod_lav varchar
1	lis765
1	mar023
2	lis765
3	chi780
4	cot734
5	fin345

Interrogazioni SQL

Inizio dalle operazioni che erano state suggerire nel progetto originale

- Selezionare le macchine utilizzate per tutte le lavorazioni standard eseguite nel reparto:

```
SELECT DESCRIZIONE, NUM_MACCHINA  
FROM LAVORAZIONE_STANDARD AS L, ESEGUE AS E  
WHERE L.COD_LAV = E.COD_LAV
```

descrizione (varchar)	num_macc...
Marchiatura	1
Lisciatura	2
Lisciatura	1
Finitura	5
Trattamento chimico	3
Cottura	4

- Selezionare per ogni parte la durata lavorazione effettiva

```
SELECT COD_PARTE, MINUTI  
FROM LAVORAZIONE_EFFETTIVA AS L, PARTE_MECCANICA AS P  
WHERE L.COD_LAV_EFFETTIVA = P.COD_LAV_EFFETTIVA  
GROUP BY COD_PARTE, MINUTI
```

cod_parte (varchar)	minuti (interval)
uuvvxx	00:01:05
dhrso4	00:02:00
mldyw8	00:17:00
inzoh9	00:17:00
vyh78k	00:01:05
shlwd1	00:02:00

- Selezionare per ogni parte la quantità di materiale asportato.

```
SELECT COD_PARTE, QTà_MAT  
FROM LAVORAZIONE_EFFETTIVA AS L, PARTE_MECCANICA AS P  
WHERE L.COD_LAV_EFFETTIVA = P.COD_LAV_EFFETTIVA  
GROUP BY COD_PARTE, QTà_MAT
```

cod_parte ...	qtà_mat (float8)
dhrso4	300
mldyw8	300
uuvvxx	200
vyh78k	200
shlwd1	300
inzoh9	300

- Selezionare la descrizione delle lavorazioni standard compongono la lavorazione effettiva di codice 'abc001'

```
SELECT DESCRIZIONE
FROM LAVORAZIONE_STANDARD
WHERE COD_LAV IN
      (SELECT COD_LAV
       FROM PREVEDE
       WHERE COD_LAV_EFFETTIVA = 'abc001');
```

descrizione...
Lisciatura
Marchiatura

- Selezionare il nome e il cognome degli operai che hanno effettuato richiesta di assistenza in data '2005-01-22'

```
SELECT NOME, COGNOME
FROM OPERAIO
WHERE CF IN
      (SELECT CF_OPERAIO
       FROM ASSISTENZA
       WHERE DATA = '2005-01-22');
```

nome (varchar)	cognome (varchar)
Dario	Azzurri

- Selezionare il numero di lavorazioni standard previste in ogni lavorazione effettiva

```
SELECT COD_LAV_EFFETTIVA, COUNT(COD_LAV)
FROM PREVEDE
GROUP BY COD_LAV_EFFETTIVA
```

cod_lav_effettiva (varchar)	count (int8)
zzz999	2
abc001	2
mmm555	2

- La descrizione delle lavorazioni standard eseguite dalla macchina numero 2

```
SELECT DISTINCT DESCRIZIONE
FROM LAVORAZIONE_STANDARD
WHERE COD_LAV =
      (SELECT COD_LAV
```

**FROM ESEGUE
WHERE NUM_MACCHINA = '2')**

descrizione (varchar)
Lisciatura

- Le descrizioni delle lavorazioni standard non facenti parte di nessuna lavorazione effettiva

**SELECT DESCRIZIONE
FROM LAVORAZIONE_STANDARD
WHERE NOT EXISTS
(SELECT *
FROM PREVEDE
WHERE PREVEDE.COD_LAV = LAVORAZIONE_STANDARD.COD_LAV)**

descrizione (varchar)
Sgrassatura
Stesura a umido
Foratura

- Nome cognome dell'operaio più vecchio

**SELECT NOME, COGNOME
FROM OPERAIO
WHERE DATANASCITA <= ALL
(SELECT DATANASCITA
FROM OPERAIO)**

nome (varchar)	cognome (varchar)
Paolo	Bianchi