



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA



FACOLTÀ DI SCIENZE STATISTICHE

Corso di Laurea Triennale in Statistica e Tecnologie Informatiche

PIANIFICAZIONE DEL PERSONALE DI UN CALL CENTER

RELATORE: Chiar.mo Prof. Giovanni Andreatta

LAUREANDO: Riccardo De Bin

ANNO ACCADEMICO 2004-2005

INDICE

Parte I: Presentazione del problema

I.1 – Introduzione al problema	3
I.2 – Descrizione del call center	3
I.3 – Ulteriori dati	5
I.4 – I contratti di lavoro	7
I.5 – Obiettivi della pianificazione	9

Parte II: Descrizione del modello

II.1 – Creazione del modello	10
II.2 – Formalizzazione del modello	18
II.3 – Modello in Microsoft Excel®	20
II.4 – Modelli “ridotti” in Microsoft Excel®	26

Parte III: Considerazioni finali

III.1 – Definizione di una soluzione ideale	38
III.2 – Considerazioni sui risultati ottenuti	39
III.3 – Cenni sulla complessità dei modelli	40
III.4 – Conclusioni	42

Parte I

PRESENTAZIONE DEL PROBLEMA

I.1 Introduzione al problema

Il problema proposto consiste nella pianificazione degli orari di lavoro per gli operatori telefonici di un call center, in modo da ottimizzarne la gestione, secondo alcuni criteri che verranno presentati in seguito.

I.2 Descrizione del call center

Il call center in esame è in funzione ogni giorno, compresi i festivi, dalle ore 8:00 alle ore 24:00: durante le 16 ore di attività, lavorano nel centro vari operatori, che si alternano nel posto di lavoro, ognuno seguendo una propria tipologia di contratto, con lo scopo di soddisfare le chiamate che arrivano ai numeri di telefono predisposti.

Il call center è diviso in due settori commerciali, uno dedicato ai singoli individui, uno alle aziende: il personale è preparato e formato per il proprio settore.

Attraverso la raccolta di dati e l'elaborazione statistica di un apposito software, vengono raccolte le informazioni necessarie per poter pianificare i turni di mese in mese.

Il primo dato fornito è la suddivisione delle chiamate nei vari giorni della settimana, ed è indicato con l'acronimo FOC (Frequency Of Call). Esso si differenzia abbastanza nettamente tra settore individuale e settore aziendale: le tabelle sottostanti riportano il FOC per entrambi i servizi.

Settore individuale

Giorno	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
Percentuale	16.24	15.80	15.24	14.80	14.84	13.56	9.52

Settore aziendale

Giorno	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
Percentuale	16.32	18.24	19.02	18.81	17.57	7.56	2.48

In pratica, queste tabelle ci informano che il 16.24% delle chiamate “arrivate” in una settimana viene ricevuta il lunedì, il 15.80% il martedì e così via...

Un altro dato fondamentale per il lavoro di pianificazione è quello che potremmo considerare una sorta di “produttività media” di un operatore, ossia il numero medio di chiamate che riesce a gestire in un’ora.

Questo dato, che prende il nome di FTE (Full Time Equivalent), viene calcolato dividendo il numero di chiamate ricevute in un giorno da un agente, per le ore di lavoro che quest’ultimo ha svolto, al netto del tempo impiegato per le pause: il valore fornito è 11.98.

Queste informazioni derivano tutte dall’analisi del traffico telefonico, il quale è soggetto a vari mutamenti, alcuni dei quali sono dovuti ad attività ben precise, conosciute dall’azienda, che vanno a modificare il carico di lavoro del call center in alcune fasce orarie od in alcuni giorni, in senso positivo (aumento delle chiamate), oppure in senso negativo (diminuzione delle chiamate stesse); queste specifiche attività sono suddivisibili in:

- interventi tecnici;
- canvas commerciali;
- giorni di festività.

Gli interventi tecnici sono attività di manutenzione che richiedono la sospensione momentanea del servizio fornito dall’azienda di cui fa parte il call center, e causano un aumento delle telefonate dei clienti per chiedere informazioni. In realtà, comunque, gran parte degli interventi

tecniche avvengono di notte, quando il disagio causato è minimo, e spesso in concomitanza con l'orario di chiusura del centro.

Un altro fattore che va ad aumentare la frequenza di chiamate al call center, è il lancio da parte dell'azienda di promozioni commerciali, il cui impatto dura minimo 30 giorni a partire dal lancio della campagna pubblicitaria.

I giorni di festività, a differenza dei precedenti fattori, portano, invece, ad un decremento delle telefonate, e si caratterizzano per essere giorni specifici (feste comandate previste dal calendario), e quindi non programmabili dall'azienda.

I.3 Ulteriori dati

Nella accettazione dei dati fin qui presentati, bisogna tener conto che essi sono stati ricavati da una relazione risalente a qualche anno fa: pur essendo quantità piuttosto consistenti (ad esempio il valore del FTE, al momento della stesura della relazione, non cambiava da 5 anni), i valori potrebbero essersi nel frattempo leggermente modificati.

I dati dovranno quindi essere considerati non precisi, bensì solamente verosimili, rimanendo sicuro, comunque, l'ordine di grandezza degli stessi.

Ci sono altre quantità, necessarie nell'opera di pianificazione, che, però, non sono state nemmeno fornite nella relazione, non per mancata conoscenza (esse vengono fornite dal già citato software presente nel call center), ma a causa della loro rapida trasformazione nel tempo: esse sono, in particolare, la quantità di chiamate attese per le 4 settimane che compongono il "periodo di pianificazione", e la suddivisione percentuale delle chiamate per ogni ora in cui è aperto il call center.

Per questo studio, cercheremo di assegnare a queste quantità valori il più verosimili possibili, ma che comunque non provengono dalla realtà.

Fisseremo le seguenti quantità:

→ chiamate attese ogni settimana per il settore individuale: 30000;

→ chiamate attese ogni settimana per il settore aziendale: 25000.

In mancanza di dati che possano far propendere altrimenti, qui si presuppone che le chiamate attese siano uguali nelle 4 settimane (nel modello sarà, comunque, agevole inserire valori diversi per ogni settimana).

Lo stesso (uguaglianza nelle settimane con la possibilità di facile modifica di settimana in settimana nel modello) verrà mantenuto anche per la seconda importante informazione “mancante”, ossia la suddivisione percentuale delle chiamate per ogni ora:

Suddivisione percentuale delle chiamate per fascia oraria nel settore individuale

8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
8%	10%	8%	7%	5%	2%	3%	2%	1%	6%	12%	8%	11%	10%	4%	3%

Come si vede dalla tabella, si è supposto che, verosimilmente, la maggior parte delle chiamate avvenga durante la mattinata ed, in maniera ancora più consistente, la sera, dopo la fine della giornata lavorativa, fino alle 22:00.

Per il settore aziendale, invece, si presuppone che la maggior parte delle chiamate venga effettuata durante la mattinata, o, in misura minore, verso la fine della giornata lavorativa (16:00 – 18:00), con un rapido decremento fino ad ora di cena.

Suddivisione percentuale delle chiamate per fascia oraria nel settore aziendale

8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
9%	14%	12%	10%	6%	4%	5%	4%	9%	10%	7%	5%	1%	2%	1%	1%

I.4 I contratti di lavoro

Come detto, gli operatori si alternano sul posto di lavoro seguendo ognuno il contratto intrapreso con l'azienda: contratti che possono essere divisi in due grandi categorie, i full time ed i part time.

A loro volta, i contratti part time si differenziano per quattro diverse tipologie:

- part time “orizzontale” a 5 ore al giorno;
- part time “orizzontale” a 6 ore al giorno;
- part time “verticale” a 20 ore alla settimana;
- part time “verticale” a 25 ore alla settimana.

Una caratteristica che accomuna tutte le tipologie di contratto, con l'eccezione dei part time “verticali”, è la necessità di avere i turni in fascia mattutina ed in fascia serale a settimane alterne, ossia un operatore che lavori la prima settimana di mattina, dovrà necessariamente lavorare la successiva in orario serale.

- Part time “orizzontali”

Agli operatori che seguono queste tipologie di contratto, vengono assegnate due fasce lavorative fisse (composte da un ugual numero di ore lavorative), naturalmente mattutina in una settimana, serale nella successiva (e viceversa).

Esempio di contratto part-time “orizzontale” di 5 ore al giorno

Settimana	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
1^ settimana	15-20	15-20	RIPOSO	15-20	15-20	15-20	RIPOSO
2^ settimana	9-14	9-14	9-14	9-14	RIPOSO	RIPOSO	9-14

Esempio di contratto part-time “orizzontale” di 6 ore al giorno

Settimana	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
1^ settimana	8-14	RIPOSO	8-14	8-14	8-14	RIPOSO	8-14
2^ settimana	18-24	18-24	18-24	18-24	RIPOSO	18-24	RIPOSO

- Part time “verticali”

Questo tipo di contratto prevede l’assegnazione non solo di turni, ma anche di giorni lavorativi fissi: per questo la loro pianificazione è rigida e non cambia di settimana in settimana, escludendo così l’alternanza mattina/sera.

I part time “verticali” prevedono due giornate lavorative “piene”, ossia di 8 ore, alle quali si aggiunge una giornata da 4 ore (per i part-time a 20 ore), oppure una giornata da 4 ore ed una da 5 ore per i contratti a 25 ore.

Esempio di contratto part time “verticale” di 20 ore alla settimana

Settimana	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
1^ settimana	8-12	RIPOSO	RIPOSO	RIPOSO	8-16	8-16	RIPOSO
2^ settimana	8-12	RIPOSO	RIPOSO	RIPOSO	8-16	8-16	RIPOSO

Esempio di contratto part time “verticale” di 25 ore alla settimana

Settimana	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
1^ settimana	RIPOSO	16-24	19-23	RIPOSO	16-21	RIPOSO	16-24
2^ settimana	RIPOSO	16-24	19-23	RIPOSO	16-21	RIPOSO	16-24

- Full time

È il contratto più flessibile, in cui l’unico vincolo è rappresentato dall’alternanza mattina/sera.

Esempio di contratto full time

Settimana	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
1^ settimana	16-24	16-24	RIPOSO	16-24	16-24	RIPOSO	16-24
2^ settimana	8-16	8-16	8-16	RIPOSO	16-21	8-16	RIPOSO

Per tutte le tipologie di contratto, indipendentemente si tratti di full-time o part-time, vige la regola, sancita nel contratto nazionale delle telecomunicazioni, per cui non è possibile lavorare per più di 5 giorni consecutivi, anche se vengono assicurati due giorni di riposo settimanale.

I.5 Obiettivi della pianificazione

L'obiettivo dell'azienda è chiaramente quello di riuscire a soddisfare la richiesta di informazioni, ossia riuscire a rispondere a tutte le chiamate effettuate verso il call center, utilizzando il minor numero di addetti.

Per questo, l'obiettivo della pianificazione è quello di riuscire a garantire in ogni momento della settimana in cui il call center è aperto, un numero sufficiente di operatori per rispondere alle telefonate, cercando di minimizzare la quantità di persone impiegate.

A questo proposito, inoltre, si deve tener conto della preferenza dei contratti full time rispetto a tutti i contratti part time: è verosimile, infatti, che, a parità di ore, un contratto full time costi all'azienda meno che due distinti contratti part time (ad esempio, avere una persona con un contratto full time di 40 ore è, con ogni probabilità, più conveniente rispetto all'avere due persone che, con due contratti part time verticale a 20 ore, lavorano complessivamente per lo stesso tempo).

Un ulteriore obiettivo aziendale, infine, è quello di riuscire ad uniformare il numero di giorni liberi durante il fine-settimana per ogni operatore.

Parte II

DESCRIZIONE DEL MODELLO

II.1 Creazione del modello

- *Dati del problema*

Riepilogando, i dati che ci servono per il modello sono:

- chiamate attese settimanali settore individuale = 30000;
- chiamate attese settimanali settore aziendale = 25000;
- FTE = 11.98;
- FOC individuale = [16.24; 15.80; 15.24; 14.80; 14.84; 13.56; 9.52];
- FOC aziendale = [16.32; 18.24; 19.02; 18.81; 17.57; 7.56; 2.48];
- suddivisione oraria chiamate settore individuale (SOC)=
[8; 10; 8; 7; 5; 2; 3; 2; 1; 6; 12; 8; 11; 10; 4; 3];
- suddivisione oraria chiamate settore aziendale (SOC)=
[9; 14; 12; 10; 5; 5; 5; 4; 9; 10; 7; 5; 1; 2; 1; 1];
- entità dell'incremento dovuto ad interventi tecnici e/o canvas
commerciali (inizialmente supposto essere sempre pari a 0);
- entità del decremento dovuto alle festività (anch'esso per ora sempre
pari a 0);

Come già detto, sia i valori delle chiamate attese, sia quelli della suddivisione oraria vengono mantenute invariate nelle 4 settimane (il periodo di pianificazione).

- **Variabili decisionali**

Per codificare le variabili decisionali, dobbiamo partire dal fatto che il fine dello studio è quello di fornire una determinata combinazione di contratti di lavoro, associata all'indicazione del numero di persone che si dovranno assumere per ogni contratto.

Poiché, inoltre, ogni possibile contratto non sarà altro che una combinazione di turni creata sulla base delle tipologie sopra esposte (full time, part time orizzontale a 6 ore, etc.), ossia sarà ognuno un possibile schema di orario lavorativo, sarà necessario utilizzare come variabili decisionali delle variabili che indichino ognuna il numero di telefonisti che dovranno seguire quel determinato orario di lavoro.

Esempio di 4 schemi di orario con contratto part time orizz. a 6 ore, con le corrispondenti variabili decisionali

		Tipo 41-1	Tipo 41-2	Tipo 56-6	Tipologia 82-3
Settimana dispari	Lunedì	riposo	riposo	riposo	8-14
	Martedì	16-22	16-22	9-15	riposo
	Mercoledì	16-22	16-22	9-15	8-14
	Giovedì	16-22	16-22	9-15	8-14
	Venerdì	16-22	16-22	9-15	8-14
	Sabato	riposo	riposo	9-15	riposo
	Domenica	16-22	16-22	riposo	8-14
Settimana pari	Lunedì	8-14	9-15	18-24	18-24
	Martedì	8-14	9-15	riposo	riposo
	Mercoledì	8-14	9-15	18-24	18-24
	Giovedì	riposo	riposo	18-24	18-24
	Venerdì	8-14	9-15	18-24	18-24
	Sabato	8-14	9-15	riposo	18-24
	Domenica	riposo	riposo	18-24	riposo
		PTO6[41;1]	PTO6[41;2]	PTO6[56;6]	PTO6[82;3]

Naturalmente, per loro stessa costruzione, le suddette variabili decisionali saranno positive ed intere.

- **Costruzione delle variabili decisionali**

Come si è detto, per costruire le variabili decisionali sarà necessario descrivere tutte le combinazioni di orario all'interno delle tipologie di contratto, tenendo conto dei vincoli contrattuali e delle indicazioni aziendali.

Sarà dunque necessario, per le tipologie full time e part time orizzontali, indicare l'orario di lavoro in ciascun giorno sia per le settimane pari, sia per quelle dispari, in modo da mantenere quell'alternanza mattino/sera fissata dal contratto.

Nella costruzione delle variabili considereremo orario mattutino le prime 8 ore della giornata lavorativa (8:00 / 16:00), mentre orario serale le altre 8 ore (16:00 / 24:00).

L'altra indicazione da tenere in conto nella costruzione dei contratti, è quella aziendale volta ad uniformare i giorni liberi nel fine-settimana: non potendo fissare interi fine-settimana liberi (altrimenti non si riuscirebbe a mantenere il vincolo dei massimo 5 giorni lavorativi consecutivi), la soluzione adottata sarà quella di porre libero alternativamente un sabato ed una domenica (sabato nelle settimane pari, domenica in quelle dispari o viceversa).

Full time: essendo, per questa tipologia, la durata dei turni pari ad 8 ore, per tutti i 5 giorni lavorativi previsti a settimana, le varie combinazioni derivano semplicemente dal come fissare i giorni di riposo (ricordiamo come le fasce orarie, sia quella mattutina, sia quella serale, abbiano durata proprio pari ad 8 ore); posti, come detto, un sabato ed una domenica liberi, a diversificare i vari contratti rimangono semplicemente gli altri due giorni di riposo (quello nella settimana pari e quello nella settimana dispari).

Si ottengono così 100 diversi tipi di contratto per i full time, per la precisione 50 con orario mattutino nella settimana pari (e conseguentemente orario serale in quella dispari), e 50 speculari con l'alternanza mattino/sera invertita; indicheremo le variabili decisionali corrispondenti con la sigla FT[i], con $i = 1, \dots, 100$.

Contatti full time

		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	...	Tipo 98	Tipo 99	Tipo 100
Settimana dispari	Lunedì	riposo	16-24	16-24	...	8-16	8-16	8-16
	Martedì	16-24	riposo	16-24	...	8-16	8-16	8-16
	Mercoledì	16-24	16-24	riposo	...	riposo	8-16	8-16
	Giovedì	16-24	16-24	16-24	...	8-16	riposo	8-16
	Venerdì	16-24	16-24	16-24	...	8-16	8-16	riposo
	Sabato	16-24	16-24	16-24	...	riposo	riposo	riposo
	Domenica	riposo	riposo	riposo	...	8-16	8-16	8-16
Settimana pari	Lunedì	riposo	riposo	riposo	...	16-24	16-24	16-24
	Martedì	8-16	8-16	8-16	...	16-24	16-24	16-24
	Mercoledì	8-16	8-16	8-16	...	16-24	16-24	16-24
	Giovedì	8-16	8-16	8-16	...	16-24	16-24	16-24
	Venerdì	8-16	8-16	8-16	...	riposo	riposo	riposo
	Sabato	riposo	riposo	riposo	...	16-24	16-24	16-24
	Domenica	8-16	8-16	8-16	...	riposo	riposo	riposo
		FT[1]	FT[2]	FT[3]	...	FT[98]	FT[99]	FT[100]

Part time orizzontale a 6 ore: a differenza della tipologia full time, in questo caso la durata dei turni non coincide con quella della fascia oraria (mattutina o serale), quindi per ogni giorno esistono 3 turni possibili (ad esempio, dalle 8:00 alle 14:00, dalle 9:00 alle 15:00 o dalle 10:00 alle 16:00).

Considerando anche la settimana successiva, si ottiene che per ogni contratto full time esistono $3^2 = 9$ contratti part time orizzontale a 6 ore.

Poiché le combinazioni con i giorni di riposo rimangono le medesime, si trova facilmente che il numero di variabili decisionali corrispondenti a questi contratti (PTO6[i,j]) sono esattamente $(\dim(\text{FT}) \cdot 9)$, ossia ci sono 900 variabili decisionali per i part time orizzontali a 6 ore.

Contratti part time orizzontali a 6 ore riconducibili al contratto FT[1]

		Tipo 1-1	Tipo 1-2	Tipo 1-3	Tipo 1-4	Tipo 1-5	Tipo1-6	Tipo 1-7	Tipo 1-8	Tipo 1-9
Settimana	Lunedì	riposo	riposo	Riposo	riposo	riposo	riposo	riposo	riposo	riposo
dispari	Martedì	16-22	16-22	16-22	17-23	17-23	17-23	18-24	18-24	18-24
	Mercoledì	16-22	16-22	16-22	17-23	17-23	17-23	18-24	18-24	18-24
	Giovedì	16-22	16-22	16-22	17-23	17-23	17-23	18-24	18-24	18-24
	Venerdì	16-22	16-22	16-22	17-23	17-23	17-23	18-24	18-24	18-24
	Sabato	16-22	16-22	16-22	17-23	17-23	17-23	18-24	18-24	18-24
	Domenica	riposo	riposo	Riposo	riposo	riposo	riposo	riposo	riposo	riposo
Settimana	Lunedì	riposo	riposo	Riposo	riposo	riposo	riposo	riposo	riposo	riposo
pari	Martedì	8-14	9-15	10-16	8-14	9-15	10-16	8-14	9-15	10-16
	Mercoledì	8-14	9-15	10-16	8-14	9-15	10-16	8-14	9-15	10-16
	Giovedì	8-14	9-15	10-16	8-14	9-15	10-16	8-14	9-15	10-16
	Venerdì	8-14	9-15	10-16	8-14	9-15	10-16	8-14	9-15	10-16
	Sabato	riposo	riposo	Riposo	riposo	riposo	riposo	riposo	riposo	riposo
	Domenica	8-14	9-15	10-16	8-14	9-15	10-16	8-14	9-15	10-16
		PTO[1,1]	PTO[1,2]	PTO[1,3]	PTO[1,4]	PTO[1,5]	PTO[1,6]	PTO[1,7]	PTO[1,8]	PTO[1,9]

Part time orizzontale a 5 ore: per questa tipologia di contratto valgono le stesse considerazioni fatte sopra, solo che per ogni contratto full time esistono $4^2 = 16$ contratti part time orizzontale a 5 ore (naturalmente in 8 ore ci stanno 4 turni da 5 ore).

Otteniamo quindi 1600 variabili decisionali per questa tipologia di contratto (indicheremo tali variabili con l'acronimo PTO5[i,j]).

Contratti part time orizzontali riconducibili al contratto FT[1]

		Tipo 1-1	Tipo 1-2	Tipo 1-3	Tipo 1-4	Tipo 1-5	...	Tipo 1-14	Tipo 1-15	Tipo 1-16
Settimana	Lunedì	riposo	riposo	Riposo	riposo	riposo	...	riposo	riposo	riposo
dispari	Martedì	16-21	16-21	16-21	16-21	17-22	...	19-24	19-24	19-24
	Mercoledì	16-21	16-21	16-21	16-21	17-22	...	19-24	19-24	19-24
	Giovedì	16-21	16-21	16-21	16-21	17-22	...	19-24	19-24	19-24
	Venerdì	16-21	16-21	16-21	16-21	17-22	...	19-24	19-24	19-24
	Sabato	16-21	16-21	16-21	16-21	17-22	...	19-24	19-24	19-24
	Domenica	riposo	riposo	Riposo	riposo	riposo	...	riposo	riposo	riposo
Settimana	Lunedì	riposo	riposo	Riposo	riposo	riposo	...	riposo	riposo	riposo
pari	Martedì	8-13	9-14	10-15	11-16	8-13	...	9-14	10-15	11-16
	Mercoledì	8-13	9-14	10-15	11-16	8-13	...	9-14	10-15	11-16
	Giovedì	8-13	9-14	10-15	11-16	8-13	...	9-14	10-15	11-16
	Venerdì	8-13	9-14	10-15	11-16	8-13	...	9-14	10-15	11-16
	Sabato	riposo	riposo	Riposo	riposo	riposo	...	riposo	riposo	riposo
	Domenica	8-13	9-14	10-15	11-16	8-13	...	9-14	10-15	11-16
		PTO[1,1]	PTO[1,2]	PTO[1,3]	PTO[1,4]	PTO[1,5]	...	PTO[1,14]	PTO[1,15]	PTO[1,16]

Part time verticale a 20 ore: per le tipologie part time verticale, non è più necessario descrivere due settimane (è previsto lo stesso orario sia nelle settimane pari che in quelle dispari), ma, avendo solo 2 giorni lavorativi pieni, ed uno di 4 ore, le combinazioni dei turni non solo rimangono elevate, ma, anzi, aumentano sensibilmente: per cercare di limitarne il numero, supponiamo qui che i turni siano solamente in orario mattutino od in orario serale (in realtà l'ipotesi non è semplicemente di comodo, ma la stessa azienda preferisce evitare che qualcuno abbia turni serali e mattutini durante la stessa settimana). In totale ci saranno 1000 variabili decisionali (PTV20[i]) associate a contratti di questo tipo.

Esempio di 7 contratti part time vert. a 20 ore con relative variabili decisionali

	Tipo 585	Tipo 586	Tipo 587	Tipo 588	Tipo 589	Tipo 590	Tipo 591
Lunedì	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24
Martedì	riposo	riposo	Riposo	riposo	riposo	riposo	riposo
Mercoledì	19-24	riposo	Riposo	riposo	riposo	riposo	riposo
Giovedì	riposo	16-20	17-21	18-22	18-23	19-24	riposo
Venerdì	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24
Sabato	riposo	riposo	Riposo	riposo	riposo	riposo	16-20
Domenica	riposo	riposo	Riposo	riposo	riposo	riposo	riposo
	PTV20[584]	PTV20[584]	PTV20[584]	PTV20[584]	PTV20[584]	PTV20[584]	PTV20[584]

Part time verticale a 25 ore: per questa tipologia valgono le stesse cose dette per il part time verticale a 20 ore, solo che la presenza di un altro giorno lavorativo (con turno di 5 ore) aumenta in modo consistente il numero di contratti possibili (ben 16000) e le relative variabili (PTV25[i]).

Esempio di 7 contratti part time vert. a 25 ore con relative variabili decisionali

	Tipo 90	Tipo 91	Tipo 92	Tipo 93	Tipo 94	Tipo 95	Tipo 96
Lunedì	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16
Martedì	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16
Mercoledì	riposo	riposo	Riposo	riposo	riposo	riposo	riposo
Giovedì	8-13	8-13	8-13	8-13	8-13	8-13	8-13
Venerdì	12-16	riposo	Riposo	riposo	riposo	riposo	riposo
Sabato	riposo	8-12	9-13	10-14	11-15	12-16	riposo
Domenica	riposo	riposo	Riposo	riposo	riposo	riposo	8-12
	PTV25[90]	PTV25[91]	PTV25[92]	PTV25[93]	PTV25[94]	PTV25[95]	PTV25[96]

- **Vincoli del modello**

Oltre ai già citati vincoli di positività ed interezza sulle variabili decisionali, si dovrà considerare, naturalmente, che per ogni ora e per ogni giorno i telefonisti presenti nel call center dovranno soddisfare la “domanda” (chiamate attese).

Nel calcolo della “domanda” si dovrà tener conto anche degli eventuali aumenti o decrementi dovuti agli interventi tecnici, ai canvas commerciali e/o ai giorni festivi.

- **Funzione obiettivo**

L’obiettivo sarà quello di minimizzare il costo totale del personale: riguardo ciò, sarà necessario tenere conto del diverso peso che i vari contratti avranno nel computo complessivo dei costi.

In particolar modo, un contratto full time, dacché copre 40 ore settimanali, peserà maggiormente rispetto ad un part time a 30 ore, il quale peserà di più di un part time a 25 ore, e così via...

- **Determinazione “pesi” per tipologia di contratto**

A questo punto sarà importante codificare il “peso” che ciascuna tipologia di contratto avrà nel costo totale; un primo approccio potrebbe essere quello di dare un “peso” proporzionale alle ore di lavoro:

N° ore	Tipologie corrispondenti	Calcolo	Peso
40 ore	full time		1
30 ore	part time orizzontale 6 ore	30/40	0.75
25 ore	part time orizz. 5 ore / part time vert. 25 ore	25/40	0.625
20 ore	part time verticale 20 ore	20/40	0.50

A ben vedere, però, questo non sembra un sistema adatto, poiché penalizzerebbe eccessivamente i full time (per ogni full time, a parità di

ore, converrebbero sempre, data la maggior flessibilità, due part time a 20 ore).

Sarà quindi necessario ripensare il metodo, aggiustando i pesi secondo il numero di ore effettuate in ogni giornata: volendo mantenere il peso “base” del full time pari ad uno, la formula potrebbe essere:

$$peso = \frac{\sum_{giorno=1}^{n.giorni} [ore_{giorno}/8 + 0.2*(8 - ore_{giorno})/8]}{5}$$

N° ore	Tipologie corrispondenti	Calcolo	Peso
40 ore	full time		1
30 ore	part time orizzontale 6 ore	$5*[6/8+0.2*(8-6)/8]/5$	0.80
25 ore	part time orizzontale 5 ore	$5*[5/8+0.2*(8-5)/8]/5$	0.70
25 ore	part time verticale 25 ore	$\{2*[40/40+0.2*(40-40)/40] + 1*[25/40+0.2*(40-25)/40]\}/5$	0.68
20 ore	part time verticale 20 ore	$\{2*[40/40+0.2*(40-40)/40] + 1*[20/40+0.2*(40-20)/40]\}/5$	0.52

Naturalmente, questa è solo una delle molteplici codifiche dei pesi, quella che ci sembra più verosimile: è possibile, quindi, che nel caso reale questi pesi siano leggermente diversi.

A questo proposito, comunque, rimarrà agevole sostituire nel modello questi dati con valori più precisi.

II.2 Formalizzazione del modello

Il problema può essere visto come la somma di due sottoproblemi, uno dedicato alla pianificazione degli addetti al settore individuale, uno dedicato alla pianificazione del settore aziendale: ricordiamo, infatti, come gli operatori siano “formati” per un settore, e non siano interscambiabili.

Si tratterà, quindi, di risolvere due problemi distinti, per poi semplicemente sommare i risultati ottenuti.

Per costruire i modelli, partiamo col definire le seguenti quantità:

→ operatoriPresenti_{settimanaX} [giorno,ora] come la somma di tutti i contratti (FT, PTO6, PTO5, PTV20, PTV25) i quali prevedano che nella settimana X nel giorno ed all’ora indicati, il telefonista lavori;

→ operatoriNecessari_{settimana X} [giorno,ora] come il numero di telefonisti richiesti nella settimana X al giorno ed all’ora indicati.

In particolare gli operatori necessari si ottengono dalla formula:

$$\frac{(ChiamateAttese_{settimanaX}) * (FOC[giorno]/100) * (SOC[ora]/100)}{FTE}$$

a cui vanno aggiunti eventuali incrementi:

$$+ \alpha * \frac{(ChiamateAttese_{settimanaX}) * (FOC[giorno]/100) * (SOC[ora]/100)}{FTE}$$

e tolti eventuali decrementi:

$$- \beta * \frac{(ChiamateAttese_{settimanaX}) * (FOC[giorno]/100) * (SOC[ora]/100)}{FTE}$$

dove α è la percentuale di incremento (canvas commerciali od interventi tecnici) e β è la percentuale di decremento (giorni festivi); si tenga conto che α dipende dal giorno e dall’ora e β dal giorno, anche se per comodità non sono stati inseriti gli indici nella formula.

Infine, poiché il risultato dell'operazione fornisce il numero minimo di telefonisti che devono essere presenti, il valore trovato deve essere arrotondato: poiché si tratta di persone, infatti, il numero non può essere frazionario; ovviamente, l'arrotondamento avviene per eccesso, giacché non si può avere un numero di addetti minore di quello necessario.

Naturalmente, questa operazione viene effettuata due volte, una per trovare gli operatori necessari nel settore individuale, una per quelli del settore aziendale.

Definite queste quantità, possiamo procedere con la formulazione matematica del modello; in entrambi i settori, il problema consiste nel **minimizzare** la seguente formula:

$$\begin{aligned} & peso_{FT} * \sum_{i=1}^{100} FT[i] + peso_{PTO6} * \sum_{i=1}^{100} \sum_{j=0}^9 PTO6[i, j] + peso_{PTO5} * \sum_{i=1}^{100} \sum_{j=0}^9 PTO5[i, j] + \\ & + peso_{PTV20} * \sum_{i=1}^{1000} PTV20[i] + peso_{PTV25} * \sum_{i=1}^{16000} PTV25[i] \end{aligned}$$

soggetta ai vincoli:

$$\begin{aligned} & operatoriPresenti_{settimana1} [giorno, ora] \geq operatoriNecessari_{settimana1} [giorno, ora] \\ & operatoriPresenti_{settimana2} [giorno, ora] \geq operatoriNecessari_{settimana2} [giorno, ora] \\ & operatoriPresenti_{settimana3} [giorno, ora] \geq operatoriNecessari_{settimana3} [giorno, ora] \\ & operatoriPresenti_{settimana4} [giorno, ora] \geq operatoriNecessari_{settimana4} [giorno, ora] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & FT[i] \geq 0 \text{ ed intere } \forall i = 1, \dots, 100; \\ & PTO6[i, j] \geq 0 \text{ ed intere } \forall i = 1, \dots, 100; \forall j = 1, \dots, 9; \\ & PTO5[i, j] \geq 0 \text{ ed intere } \forall i = 1, \dots, 100; \forall j = 1, \dots, 16; \\ & PTV20[i] \geq 0 \text{ ed intere } \forall i = 1, \dots, 1000; \\ & PTV25[i] \geq 0 \text{ ed intere } \forall i = 1, \dots, 16000; \end{aligned}$$

II.3 Modello in Microsoft Excel®

Per la risoluzione del problema, implementeremo il modello in Microsoft Excel®, al fine di utilizzare il risolutore presente in tale programma.

- Inserimento delle costanti

Innanzitutto, inseriamo i dati del problema, necessari per tutte le operazioni:

→ chiamate attese per ogni settimana

	Individuale	Aziendale
Chiamate attese settimana 1	30000	25000
Chiamate attese settimana 2	30000	25000
Chiamate attese settimana 3	30000	25000
Chiamate attese settimana 4	30000	25000

→ suddivisione settimanale delle chiamate (FOC)

	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
FOC individuale =	16,24	15,8	15,24	14,8	14,84	13,56	9,52
FOC aziendale =	16,32	18,24	19,02	18,81	17,57	7,56	2,48

→ suddivisione oraria delle chiamate

Percentuale dato giornaliero per fasce orarie
nella 1ª settimana

	Individuale	Aziendale
8:00 / 9:00	8	9
9:00 / 10:00	10	14
10:00 / 11:00	8	12
11:00 / 12:00	7	10
12:00 / 13:00	5	6
13:00 / 14:00	2	4
14:00 / 15:00	3	5
15:00 / 16:00	2	4
16:00 / 17:00	1	9
17:00 / 18:00	6	10
18:00 / 19:00	12	7
19:00 / 20:00	8	5
20:00 / 21:00	11	1
21:00 / 22:00	10	2
22:00 / 23:00	4	1
23:00 / 24:00	3	1

Percentuale dato giornaliero per fasce orarie
nella 2ª settimana

	Individuale	Aziendale
8:00 / 9:00	8	9
9:00 / 10:00	10	14
10:00 / 11:00	8	12
11:00 / 12:00	7	10
12:00 / 13:00	5	6
13:00 / 14:00	2	4
14:00 / 15:00	3	5
15:00 / 16:00	2	4
16:00 / 17:00	1	9
17:00 / 18:00	6	10
18:00 / 19:00	12	7
19:00 / 20:00	8	5
20:00 / 21:00	11	1
21:00 / 22:00	10	2
22:00 / 23:00	4	1
23:00 / 24:00	3	1

Percentuale dato giornaliero per fasce orarie
nella 3^a settimana

	Individuale	Aziendale
8:00 / 9:00	8	9
9:00 / 10:00	10	14
10:00 / 11:00	8	12
11:00 / 12:00	7	10
12:00 / 13:00	5	6
13:00 / 14:00	2	4
14:00 / 15:00	3	5
15:00 / 16:00	2	4
16:00 / 17:00	1	9
17:00 / 18:00	6	10
18:00 / 19:00	12	7
19:00 / 20:00	8	5
20:00 / 21:00	11	1
21:00 / 22:00	10	2
22:00 / 23:00	4	1
23:00 / 24:00	3	1

Percentuale dato giornaliero per fasce orarie
nella 4^a settimana

	Individuale	Aziendale
8:00 / 9:00	8	9
9:00 / 10:00	10	14
10:00 / 11:00	8	12
11:00 / 12:00	7	10
12:00 / 13:00	5	6
13:00 / 14:00	2	4
14:00 / 15:00	3	5
15:00 / 16:00	2	4
16:00 / 17:00	1	9
17:00 / 18:00	6	10
18:00 / 19:00	12	7
19:00 / 20:00	8	5
20:00 / 21:00	11	1
21:00 / 22:00	10	2
22:00 / 23:00	4	1
23:00 / 24:00	3	1

→ chiamate soddisfatte da un operatore in un'ora (FTE)

FTE = 11,98

→ pesi delle diverse tipologie di contratto nel costo finale

"PESI"	Full-Time	=	1
	Part-Time orizzontale a 6 ore	=	0,8
	Part-Time orizzontale a 5 ore	=	0,7
	Part-Time verticale a 20 ore	=	0,52
	Part-Time verticale a 25 ore	=	0,68

→ per ogni settimana, per entrambi i settori, infine, ci sono le entità dei decrementi per giorni festivi

Entità del decremento dovuto a giorno festivo	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
	0	0	0	0	0	0	0

→ e le entità degli incrementi per interventi tecnici o canvas commerciali

	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
8:00 / 9:00	0	0	0	0	0	0	0
9:00 / 10:00	0	0	0	0	0	0	0
10:00 / 11:00	0	0	0	0	0	0	0
11:00 / 12:00	0	0	0	0	0	0	0
12:00 / 13:00	0	0	0	0	0	0	0
13:00 / 14:00	0	0	0	0	0	0	0
14:00 / 15:00	0	0	0	0	0	0	0
15:00 / 16:00	0	0	0	0	0	0	0
16:00 / 17:00	0	0	0	0	0	0	0
17:00 / 18:00	0	0	0	0	0	0	0
18:00 / 19:00	0	0	0	0	0	0	0
19:00 / 20:00	0	0	0	0	0	0	0
20:00 / 21:00	0	0	0	0	0	0	0
21:00 / 22:00	0	0	0	0	0	0	0
22:00 / 23:00	0	0	0	0	0	0	0
23:00 / 24:00	0	0	0	0	0	0	0

Queste ultime quantità (decrementi ed incrementi) sono fissate inizialmente a 0, e verranno modificate solo quando, e se, ci sarà un evento influenzante.

Fissate queste quantità, creiamo due fogli di lavoro, uno per il settore individuale, in cui riportiamo solo i dati riferiti a tale settore, ed uno per il settore aziendale, dove, parimenti, riportiamo solo i dati relativi al settore stesso.

Passiamo, quindi, alla realizzazione di questi ultimi, dei quali, dacché la loro costruzione si ripete specularmente, qui descriveremo soltanto quello relativo al settore individuale.

Riportate, come detto, solo le costanti necessarie per il settore individuale, procediamo con l'implementazione dei vincoli: per prima cosa fissiamo gli operatori necessari per ogni ora, per ogni giorno e per ogni settimana.

Personale necessario settore individui (1^ settimana)

	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
8:00 / 9:00	55	53	51	50	50	46	32
9:00 / 10:00	41	40	39	38	38	34	24
10:00 / 11:00	14	14	13	13	13	12	8
11:00 / 12:00	21	20	20	19	19	17	12
12:00 / 13:00	34	33	32	31	31	29	20
13:00 / 14:00	41	40	39	38	38	34	24
14:00 / 15:00	21	20	20	19	19	17	12
15:00 / 16:00	14	14	13	13	13	12	8
16:00 / 17:00	7	7	7	7	7	6	4
17:00 / 18:00	62	60	58	56	56	51	36
18:00 / 19:00	102	99	96	93	93	85	60
19:00 / 20:00	48	47	45	44	44	40	28
20:00 / 21:00	89	86	83	81	81	74	52
21:00 / 22:00	75	73	70	68	69	63	44
22:00 / 23:00	41	40	39	38	38	34	24
23:00 / 24:00	21	20	20	19	19	17	12

= ARROTONDA PER ECCESSO (valore degli operatori necessari, in questo caso per mercoledì dalle 23:00 alle 24:00, calcolati attraverso la formula presentata a pag. 18)

In ognuna delle 4 settimane, imporremmo che le presenze siano maggiori od uguali dei valori appena calcolati: per ottenere le presenze, però, dobbiamo prima implementare tutte le nostre variabili decisionali:

Tipologie contratti per servizio "in copertura" del settore individuale												
FULL-TIME												
Team Pari												
		Tipologia 1	Tipologia 2	Tipologia 3	Tipologia 4	Tipologia 5	Tipologia 6	Tipologia 7	Tipologia 8	Tipologia 9	Tipologia 10	Tipologia 11
Settimana dirpari	Lunedì	ripara	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24
	Martedì	16-24	ripara	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24
	Mercoledì	16-24	16-24	ripara	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24
	Giovedì	16-24	16-24	16-24	ripara	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24
	Venerdì	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	ripara	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24
	Sabato	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24
	Domenica	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara
Settimana pari	Lunedì	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara
	Martedì	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	8-16
	Mercoledì	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	ripara	ripara	ripara	ripara	8-16
	Giovedì	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16
	Venerdì	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16
	Sabato	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara
	Domenica	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16
<hr/>												
Team Dirpari												
		Tipologia 51	Tipologia 52	Tipologia 53	Tipologia 54	Tipologia 55	Tipologia 56	Tipologia 57	Tipologia 58	Tipologia 59	Tipologia 60	Tipologia 61
Settimana dirpari	Lunedì	ripara	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	ripara
	Martedì	8-16	ripara	8-16	8-16	8-16	8-16	ripara	8-16	8-16	8-16	8-16
	Mercoledì	8-16	8-16	ripara	8-16	8-16	8-16	8-16	ripara	8-16	8-16	8-16
	Giovedì	8-16	8-16	8-16	ripara	8-16	8-16	8-16	8-16	ripara	8-16	8-16
	Venerdì	8-16	8-16	8-16	8-16	ripara	8-16	8-16	8-16	8-16	ripara	8-16
	Sabato	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16
	Domenica	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara
Settimana pari	Lunedì	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24
	Martedì	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	16-24
	Mercoledì	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	ripara
	Giovedì	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24
	Venerdì	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24
	Sabato	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara
	Domenica	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24
<hr/>												
PART-TIME ORRIZZONTALE 6 ORE												
Tipologie ricanducibili al team della Tipologia 1 full-time												
		Tipologia 1	Tipologia 2	Tipologia 3	Tipologia 4	Tipologia 5	Tipologia 6	Tipologia 7	Tipologia 8	Tipologia 9	Tipologia 10	Tipologia 11
Settimana dirpari	Lunedì	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	16-22	16-22
	Martedì	16-22	16-22	16-22	17-23	17-23	17-23	18-24	18-24	18-24	ripara	ripara
	Mercoledì	16-22	16-22	16-22	17-23	17-23	17-23	18-24	18-24	18-24	16-22	16-22
	Giovedì	16-22	16-22	16-22	17-23	17-23	17-23	18-24	18-24	18-24	16-22	16-22
	Venerdì	16-22	16-22	16-22	17-23	17-23	17-23	18-24	18-24	18-24	16-22	16-22
	Sabato	16-22	16-22	16-22	17-23	17-23	17-23	18-24	18-24	18-24	16-22	16-22
	Domenica	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara
Settimana pari	Lunedì	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara
	Martedì	8-14	9-15	10-16	8-14	9-15	10-16	8-14	9-15	10-16	8-14	9-15
	Mercoledì	8-14	9-15	10-16	8-14	9-15	10-16	8-14	9-15	10-16	8-14	9-15
	Giovedì	8-14	9-15	10-16	8-14	9-15	10-16	8-14	9-15	10-16	8-14	9-15
	Venerdì	8-14	9-15	10-16	8-14	9-15	10-16	8-14	9-15	10-16	8-14	9-15
	Sabato	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara	ripara
	Domenica	8-14	9-15	10-16	8-14	9-15	10-16	8-14	9-15	10-16	8-14	9-15
<hr/>												

e così via...

Fatto ciò, creiamo una tabella simile a quella degli operatori necessari, nella quale inseriamo in ogni ora ed in ogni giorno tutti gli operatori (valori delle variabili decisionali) con un contratto che preveda di lavorare in quella determinata ora di quel determinato giorno (operazione da ripetersi, al solito, per ogni settimana):

Personale disponibile settore individui (1^ settimana)

	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
8:00 / 9:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9:00 / 10:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10:00 / 11:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11:00 / 12:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12:00 / 13:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13:00 / 14:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14:00 / 15:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15:00 / 16:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16:00 / 17:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17:00 / 18:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18:00 / 19:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19:00 / 20:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20:00 / 21:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21:00 / 22:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22:00 / 23:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23:00 / 24:00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

= somma di tutti i tipi di contratto che prevedono di lavorare mercoledì dalle 23:00 alle 24:00

In realtà, a causa del numero limitato di membri permesso da Excel per ogni operazione, nella cella saranno sommati i valori di somme parziali effettuate sulle variabili.

Infine, come ultima operazione si fissa una cella in cui si calcola il costo totale:

VALORE DELLA
FUNZIONE OBIETTIVO =

= somma di tutte le variabili decisionali (numerosità di ogni contratto), ognuna “aggiustata” secondo il proprio “peso” (vedi pag. 17).

Definito anche il costo, non resta che impostare il “risolutore”:

- cella obiettivo: l’ultima appena definita;
- valore da: minimizzare;
- cambiando le celle: tutte le variabili decisionali (FT, PTO6, PTO5, PTV20, PTV25);

→ vincoli: per ogni settimana i valori della tabella del personale disponibile devono essere maggiori od uguali ai valori della tabella del personale necessario;

→ vincoli: le variabili decisionali devono essere intere;

→ OPZIONI: “modello lineare” e “presupponi non negativo”.

A questo punto dovrebbe essere sufficiente premere il tasto “Risolvi” per ottenere la soluzione: purtroppo qui il condizionale è d’obbligo, poiché il risolutore di Excel non riesce a risolvere il problema, a causa dell’enorme quantità di variabili decisionali.

II.4 Modelli “ridotti” in Microsoft Excel®

La prima soluzione prospettabile, utilizzabile più come prova che come reale alternativa, può essere quella di far eseguire il “risolutore” con solo le variabili decisionali relative ai contratti full time.

In questo modo il problema viene risolto, ma, naturalmente, la soluzione non può essere soddisfacente, come dimostra il numero di operatori presenti, di gran lunga superiore al numero strettamente necessario.

Per il settore individuale:

Personale disponibile settore individui (1^a settimana)

	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
8:00 / 9:00	49,00	70,00	46,00	70,00	45,00	41,00	29,00
9:00 / 10:00	49,00	70,00	46,00	70,00	45,00	41,00	29,00
10:00 / 11:00	49,00	70,00	46,00	70,00	45,00	41,00	29,00
11:00 / 12:00	49,00	70,00	46,00	70,00	45,00	41,00	29,00
12:00 / 13:00	49,00	70,00	46,00	70,00	45,00	41,00	29,00
13:00 / 14:00	49,00	70,00	46,00	70,00	45,00	41,00	29,00
14:00 / 15:00	49,00	70,00	46,00	70,00	45,00	41,00	29,00
15:00 / 16:00	49,00	70,00	46,00	70,00	45,00	41,00	29,00
16:00 / 17:00	49,00	70,00	46,00	70,00	45,00	41,00	29,00
17:00 / 18:00	49,00	70,00	46,00	70,00	45,00	41,00	29,00
18:00 / 19:00	49,00	70,00	46,00	70,00	45,00	41,00	29,00
19:00 / 20:00	49,00	70,00	46,00	70,00	45,00	41,00	29,00
20:00 / 21:00	49,00	70,00	46,00	70,00	45,00	41,00	29,00
21:00 / 22:00	49,00	70,00	46,00	70,00	45,00	41,00	29,00
22:00 / 23:00	49,00	70,00	46,00	70,00	45,00	41,00	29,00
23:00 / 24:00	49,00	70,00	46,00	70,00	45,00	41,00	29,00

rispetto ai necessari...

Personale necessario settore individui (1^ settimana)

	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
8:00 / 9:00	33	32	31	30	30	28	20
9:00 / 10:00	41	40	39	38	38	34	24
10:00 / 11:00	33	32	31	30	30	28	20
11:00 / 12:00	29	28	27	26	27	24	17
12:00 / 13:00	21	20	20	19	19	17	12
13:00 / 14:00	9	8	8	8	8	7	5
14:00 / 15:00	13	12	12	12	12	11	8
15:00 / 16:00	9	8	8	8	8	7	5
16:00 / 17:00	5	4	4	4	4	4	3
17:00 / 18:00	25	24	23	23	23	21	15
18:00 / 19:00	49	48	46	45	45	41	29
19:00 / 20:00	33	32	31	30	30	28	20
20:00 / 21:00	45	44	42	41	41	38	27
21:00 / 22:00	41	40	39	38	38	34	24
22:00 / 23:00	17	16	16	15	15	14	10
23:00 / 24:00	13	12	12	12	12	11	8

Per le altre 3 settimane di pianificazione i valori sono esattamente uguali.

Le variabili utilizzate sono state:

		Tipo 5	Tipo 16	Tipo 28	Tipo 35	Tipo 55	Tipo 66	Tipo 78	Tipo 85
Settimana	Lunedì	16-24	riposo	16-24	16-24	8-16	riposo	8-16	8-16
dispari	Martedì	16-24	16-24	16-24	16-24	8-16	8-16	8-16	8-16
	Mercoledì	16-24	16-24	riposo	16-24	8-16	8-16	riposo	8-16
	Giovedì	16-24	16-24	16-24	16-24	8-16	8-16	8-16	8-16
	Venerdì	riposo	16-24	16-24	riposo	riposo	8-16	8-16	riposo
	Sabato	16-24	16-24	riposo	riposo	8-16	8-16	riposo	riposo
	Domenica	riposo	riposo	16-24	16-24	riposo	riposo	8-16	8-16
Settimana	Lunedì	riposo	8-16	riposo	8-16	riposo	16-24	riposo	16-24
pari	Martedì	8-16	8-16	8-16	riposo	16-24	16-24	16-24	riposo
	Mercoledì	8-16	8-16	8-16	8-16	16-24	16-24	16-24	16-24
	Giovedì	8-16	riposo	8-16	8-16	16-24	riposo	16-24	16-24
	Venerdì	8-16	8-16	8-16	8-16	16-24	16-24	16-24	16-24
	Sabato	riposo	riposo	8-16	8-16	riposo	riposo	16-24	16-24
	Domenica	8-16	8-16	riposo	riposo	16-24	16-24	riposo	riposo
		20,00	21,00	24,00	5,00	20,00	21,00	24,00	5,00

per un costo nel settore individuale di:

VALORE DELLA FUNZIONE OBIETTIVO PARZIALE =

140

Anche per il settore aziendale, accade una cosa molto simile:

Personale disponibile settore aziendale (1^ settimana)

	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
8:00 / 9:00	48,00	57,00	56,00	55,00	52,00	48,00	19,00
9:00 / 10:00	48,00	57,00	56,00	55,00	52,00	48,00	19,00
10:00 / 11:00	48,00	57,00	56,00	55,00	52,00	48,00	19,00
11:00 / 12:00	48,00	57,00	56,00	55,00	52,00	48,00	19,00
12:00 / 13:00	48,00	57,00	56,00	55,00	52,00	48,00	19,00
13:00 / 14:00	48,00	57,00	56,00	55,00	52,00	48,00	19,00
14:00 / 15:00	48,00	57,00	56,00	55,00	52,00	48,00	19,00
15:00 / 16:00	48,00	57,00	56,00	55,00	52,00	48,00	19,00
16:00 / 17:00	49,00	54,00	57,00	56,00	52,00	26,00	41,00
17:00 / 18:00	49,00	54,00	57,00	56,00	52,00	26,00	41,00
18:00 / 19:00	49,00	54,00	57,00	56,00	52,00	26,00	41,00
19:00 / 20:00	49,00	54,00	57,00	56,00	52,00	26,00	41,00
20:00 / 21:00	49,00	54,00	57,00	56,00	52,00	26,00	41,00
21:00 / 22:00	49,00	54,00	57,00	56,00	52,00	26,00	41,00
22:00 / 23:00	49,00	54,00	57,00	56,00	52,00	26,00	41,00
23:00 / 24:00	49,00	54,00	57,00	56,00	52,00	26,00	41,00

rispetto ai necessari...

Personale necessario settore aziendale (1^ settimana)

	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
8:00 / 9:00	31	35	36	36	33	15	5
9:00 / 10:00	48	54	56	55	52	23	8
10:00 / 11:00	41	46	48	48	44	19	7
11:00 / 12:00	35	39	40	40	37	16	6
12:00 / 13:00	21	23	24	24	22	10	4
13:00 / 14:00	14	16	16	16	15	7	3
14:00 / 15:00	18	20	20	20	19	8	3
15:00 / 16:00	14	16	16	16	15	7	3
16:00 / 17:00	31	35	36	36	33	15	5
17:00 / 18:00	35	39	40	40	37	16	6
18:00 / 19:00	24	27	28	28	26	12	4
19:00 / 20:00	18	20	20	20	19	8	3
20:00 / 21:00	4	4	4	4	4	2	1
21:00 / 22:00	7	8	8	8	8	4	2
22:00 / 23:00	4	4	4	4	4	2	1
23:00 / 24:00	4	4	4	4	4	2	1

Qui sono state utilizzate le seguenti variabili:

		Tipo 2	Tipo 5	Tipo 10	Tipo 46	Tipo 47	Tipo 48	Tipo 49	Tipo 50	
Settimana	Lunedì	16-24	16-24	16-24	riposo	16-24	16-24	16-24	16-24	
dispari	Martedì	riposo	16-24	16-24	16-24	riposo	16-24	16-24	16-24	
	Mercoledì	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	riposo	16-24	16-24	
	Giovedì	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	riposo	16-24	
	Venerdì	16-24	riposo	riposo	16-24	16-24	16-24	16-24	riposo	
	Sabato	16-24	16-24	16-24	riposo	riposo	riposo	riposo	riposo	
	Domenica	riposo	riposo	riposo	16-24	16-24	16-24	16-24	16-25	
Settimana	Lunedì	riposo	riposo	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	
pari	Martedì	8-16	8-16	riposo	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	
	Mercoledì	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	
	Giovedì	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	
	Venerdì	8-16	8-16	8-16	riposo	riposo	riposo	riposo	riposo	
	Sabato	riposo	riposo	riposo	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	
	Domenica	8-16	8-16	8-16	riposo	riposo	riposo	riposo	riposo	
		12	6	8	18	1	10	11	1	
		Tipo 51	Tipo 52	Tipo 54	Tipo 55	Tipo 78	Tipo 94	Tipo 95	Tipo 96	Tipo 98
Settimana	Lunedì	riposo	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	riposo	8-16
dispari	Martedì	8-16	riposo	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16
	Mercoledì	8-16	8-16	8-16	8-16	riposo	8-16	8-16	8-16	riposo
	Giovedì	8-16	8-16	riposo	8-16	8-16	riposo	8-16	8-16	8-16
	Venerdì	8-16	8-16	8-16	riposo	8-16	8-16	riposo	8-16	8-16
	Sabato	8-16	8-16	8-16	8-16	riposo	riposo	riposo	riposo	riposo
	Domenica	riposo	riposo	riposo	riposo	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16
Settimana	Lunedì	riposo	riposo	riposo	riposo	riposo	16-24	16-24	16-24	16-24
pari	Martedì	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24
	Mercoledì	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24
	Giovedì	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	riposo	riposo	16-24	16-24
	Venerdì	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	riposo	riposo
	Sabato	riposo	riposo	riposo	riposo	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24
	Domenica	16-24	16-24	16-24	16-24	riposo	riposo	riposo	riposo	riposo
		18	10	6	14	10	6	1	1	1

Per un costo parziale nel settore aziendale di:

VALORE DELLA FUNZIONE OBIETTIVO PARZIALE =

Chiaramente questi risultati non possono soddisfarci, per cui cercheremo di semplificare il modello in un'altra direzione.

- **Modello semplificato**

Partiamo con il considerare una sola settimana, aggiungendo come vincolo, per mantenere l'alternanza mattino/sera, quello che il numero di contratti con turni mattutini sia uguale al numero di contratti con turni serali per ogni tipologia di contratto: in questa maniera, possiamo ipotizzare che nella settimana successiva i telefonisti "invertano" i loro contratti.

A questo punto la numerosità dei tipi di contratto full time diminuisce sensibilmente, riducendosi a 20 unità.

Se guardiamo la suddivisione oraria delle chiamate, poi, notiamo che ci sono delle fasce in cui la percentuale di telefonate è maggiore: sembrerebbe, dunque, sensato stanziare dei telefonisti solo in questi periodi.

Seguendo questo ragionamento, inseriamo nel modello solo quei part time orizzontali i cui turni di lavoro collimino con la maggiorazione delle chiamate: per la precisione utilizzeremo i part time orizzontali a 5 ore, ripetendo anche per questi il procedimento di inserimento del vincolo di uguaglianza tra turni mattutini e serali già introdotto per i full time. Per la precisione, le fasce orarie coinvolte sono:

→ 8:00/13:00 e 17:00/22:00 per il settore individuale;

→ 8:00/13:00 e 16:00/21:00 per il settore aziendale.

Anche in questo caso abbiamo 20 variabili decisionali (chiaramente sempre in entrambi i settori).

A questo punto, per completare, inseriamo anche i contratti part time verticali, per la precisione quelli a 20 ore (con i part time verticali a 25 ore avremmo troppe variabili), anche in questo caso tenendo fisso il turno di 4 ore nelle fasce maggiormente utilizzate:

→ 8:00/12:00 e 18:00/22:00 per il settore individuale;

→ 8:00/12:00 e 16:00/20:00 per il settore aziendale.

Per questi contratti (che, come ricordato, non prevedono alcun tipo di alternanza mattino/sera) non dovremmo nemmeno aggiungere alcun vincolo supplementare.

Anche se limitati in questo modo, i contratti che si riferiscono a questa tipologia raggiungono comunque un buon numero, pari a 200.

Naturalmente, dobbiamo riaggiustare la tabella degli operatori presenti tenendo conto solo delle variabili decisionali mantenute, così come per la funzione obiettivo. Tutte le costanti, però, rimangono invariate.

Fatto tutto questo, non ci resta altro da fare se non impostare il “risolutore”:

- cella obiettivo: sempre la cella del costo;
- valore da: minimizzare;
- cambiando le celle: tutte le variabili decisionali (“FullTime”; “PartTime”; “PartTimeV”);
- vincoli: i valori della tabella del personale disponibile devono essere maggiori od uguali ai valori della tabella del personale necessario;
- vincoli: per le variabili full time e part time orizzontale (“FullTime” e “PartTime”) la somma delle variabili associate ai contratti con turni mattutini deve essere uguale alla somma di quelle associate a contratti con turni serali;
- vincoli: le variabili decisionali devono essere intere;
- OPZIONI: “modello lineare” e “presupponi non negativo”.

In questo caso il numero di operatori “superflui” cala vistosamente, come si può vedere confrontando, sia per il settore individuale, sia per quello aziendale, la tabella dei telefonisti presenti:

Personale disponibile settore individui

	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
8:00 / 9:00	41,00	40,00	39,00	38,00	38,00	34,00	25,00
9:00 / 10:00	41,00	40,00	39,00	38,00	38,00	34,00	25,00
10:00 / 11:00	41,00	40,00	39,00	38,00	38,00	34,00	25,00
11:00 / 12:00	41,00	40,00	39,00	38,00	38,00	34,00	25,00
12:00 / 13:00	37,00	38,00	31,00	36,00	27,00	22,00	24,00
13:00 / 14:00	13,00	12,00	12,00	12,00	12,00	11,00	8,00
14:00 / 15:00	13,00	12,00	12,00	12,00	12,00	11,00	8,00
15:00 / 16:00	13,00	12,00	12,00	12,00	12,00	11,00	8,00
16:00 / 17:00	20,00	16,00	16,00	15,00	15,00	14,00	10,00
17:00 / 18:00	45,00	36,00	43,00	24,00	42,00	32,00	19,00
18:00 / 19:00	49,00	48,00	46,00	45,00	45,00	41,00	29,00
19:00 / 20:00	45,00	48,00	46,00	45,00	45,00	41,00	29,00
20:00 / 21:00	45,00	48,00	46,00	45,00	45,00	41,00	29,00
21:00 / 22:00	45,00	48,00	46,00	45,00	45,00	41,00	29,00
22:00 / 23:00	20,00	16,00	16,00	15,00	15,00	14,00	10,00
23:00 / 24:00	20,00	16,00	16,00	15,00	15,00	14,00	10,00

con la solita degli operatori necessari...

Personale necessario settore individui

	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
8:00 / 9:00	33	32	31	30	30	28	20
9:00 / 10:00	41	40	39	38	38	34	24
10:00 / 11:00	33	32	31	30	30	28	20
11:00 / 12:00	29	28	27	26	27	24	17
12:00 / 13:00	21	20	20	19	19	17	12
13:00 / 14:00	9	8	8	8	8	7	5
14:00 / 15:00	13	12	12	12	12	11	8
15:00 / 16:00	9	8	8	8	8	7	5
16:00 / 17:00	5	4	4	4	4	4	3
17:00 / 18:00	25	24	23	23	23	21	15
18:00 / 19:00	49	48	46	45	45	41	29
19:00 / 20:00	33	32	31	30	30	28	20
20:00 / 21:00	45	44	42	41	41	38	27
21:00 / 22:00	41	40	39	38	38	34	24
22:00 / 23:00	17	16	16	15	15	14	10
23:00 / 24:00	13	12	12	12	12	11	8

Per il settore aziendale:

Personale disponibile settore aziendale

	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
8:00 / 9:00	48,00	54,00	56,00	55,00	52,00	39,00	8,00
9:00 / 10:00	48,00	54,00	56,00	55,00	52,00	39,00	8,00
10:00 / 11:00	48,00	54,00	56,00	55,00	52,00	39,00	8,00
11:00 / 12:00	48,00	54,00	56,00	55,00	52,00	39,00	8,00
12:00 / 13:00	32,00	47,00	51,00	55,00	52,00	39,00	7,00
13:00 / 14:00	18,00	20,00	20,00	20,00	19,00	8,00	3,00
14:00 / 15:00	18,00	20,00	20,00	20,00	19,00	8,00	3,00
15:00 / 16:00	18,00	20,00	20,00	20,00	19,00	8,00	3,00
16:00 / 17:00	35,00	40,00	42,00	40,00	37,00	22,00	25,00
17:00 / 18:00	35,00	39,00	40,00	40,00	37,00	21,00	25,00
18:00 / 19:00	37,00	40,00	42,00	40,00	37,00	22,00	25,00
19:00 / 20:00	35,00	40,00	42,00	40,00	37,00	22,00	25,00
20:00 / 21:00	35,00	40,00	42,00	40,00	37,00	22,00	25,00
21:00 / 22:00	11,00	11,00	10,00	11,00	8,00	4,00	7,00
22:00 / 23:00	11,00	11,00	10,00	11,00	8,00	4,00	7,00
23:00 / 24:00	11,00	11,00	10,00	11,00	8,00	4,00	7,00

rispetto ai necessari:

Personale necessario settore aziendale

	Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì	Sabato	Domenica
8:00 / 9:00	31	35	36	36	33	15	5
9:00 / 10:00	48	54	56	55	52	23	8
10:00 / 11:00	41	46	48	48	44	19	7
11:00 / 12:00	35	39	40	40	37	16	6
12:00 / 13:00	21	23	24	24	22	10	4
13:00 / 14:00	14	16	16	16	15	7	3
14:00 / 15:00	18	20	20	20	19	8	3
15:00 / 16:00	14	16	16	16	15	7	3
16:00 / 17:00	31	35	36	36	33	15	5
17:00 / 18:00	35	39	40	40	37	16	6
18:00 / 19:00	24	27	28	28	26	12	4
19:00 / 20:00	18	20	20	20	19	8	3
20:00 / 21:00	4	4	4	4	4	2	1
21:00 / 22:00	7	8	8	8	8	4	2
22:00 / 23:00	4	4	4	4	4	2	1
23:00 / 24:00	4	4	4	4	4	2	1

Interessante è, soprattutto, osservare le variabili decisionali utilizzate;
per il settore individuale:

→ nessun contratto con tipologia full time;

→ per i part time orizzontali:

	Tipo 1	Tipo 4	Tipo 6	Tipo 7	Tipo 9				
Lunedì	riposo	17-22	riposo	17-22	17-22				
Martedì	17-22	17-22	17-22	riposo	17-22				
Mercoledì	17-22	17-22	17-22	17-22	17-22				
Giovedì	17-22	riposo	17-22	17-22	riposo				
Venerdì	17-22	17-22	17-22	17-22	17-22				
Sabato	17-22	17-22	riposo	riposo	riposo				
Domenica	riposo	riposo	17-22	17-22	17-22				
	1	17	1	7	1		SOMMA	=	27
	Tipo 11	Tipo 12	Tipo 14	Tipo 15	Tipo 18	Tipo 20			
Lunedì	riposo	8-13	8-13	8-13	8-13	8-13			
Martedì	8-13	riposo	8-13	8-13	8-13	8-13			
Mercoledì	8-13	8-13	8-13	8-13	riposo	8-13			
Giovedì	8-13	8-13	riposo	8-13	8-13	8-13			
Venerdì	8-13	8-13	8-13	riposo	8-13	riposo			
Sabato	8-13	8-13	8-13	8-13	riposo	riposo			
Domenica	riposo	riposo	riposo	riposo	8-13	8-13			
	3	1	3	4	8	8	SOMMA	=	27

→ e per i part time verticali:

	Tipo 1	Tipo 19	Tipo 20	Tipo 24	Tipo 26	Tipo 34	Tipo 39	Tipo 43	Tipo 61
Lunedì	8-16	8-16	8-16	8-16	8-16	riposo	riposo	riposo	8-12
Martedì	8-16	riposo	riposo	riposo	8-12	8-16	8-16	8-16	riposo
Mercoledì	8-12	riposo	riposo	riposo	riposo	8-16	riposo	riposo	8-16
Giovedì	riposo	riposo	riposo	riposo	riposo	riposo	8-16	8-12	riposo
Venerdì	riposo	8-16	8-16	8-12	riposo	riposo	riposo	8-16	8-16
Sabato	riposo	8-12	riposo	8-16	riposo	8-12	8-12	riposo	riposo
Domenica	riposo	riposo	8-12	riposo	8-16	riposo	riposo	riposo	riposo
	2,00	4,00	1,00	5,00	1,00	2,00	6,00	2,00	4,00
	Tipo 74	Tipo 83	Tipo 97	Tipo 105	Tipo 116	Tipo 118	Tipo 128	Tipo 143	Tipo 157
Lunedì	riposo	riposo	riposo	16-24	16-24	16-24	16-24	riposo	riposo
Martedì	riposo	riposo	8-12	16-24	18-22	riposo	riposo	16-24	18-22
Mercoledì	8-16	8-12	riposo	riposo	riposo	riposo	riposo	riposo	16-24
Giovedì	riposo	8-16	riposo	riposo	riposo	18-22	18-22	18-22	16-24
Venerdì	8-12	riposo	8-16	riposo	16-24	16-24	riposo	16-24	riposo
Sabato	riposo	8-16	riposo	riposo	riposo	riposo	riposo	riposo	riposo
Domenica	8-16	riposo	8-16	18-22	riposo	riposo	16-24	riposo	riposo
	6,00	6,00	1,00	9,00	1,00	1,00	3,00	1,00	4,00
	Tipo 158	Tipo 168	Tipo 171	Tipo 172	Tipo 178	Tipo 180	Tipo 182	Tipo 194	
Lunedì	riposo	riposo	18-22	riposo	riposo	riposo	riposo	riposo	
Martedì	riposo	riposo	riposo	18-22	riposo	riposo	18-22	riposo	
Mercoledì	16-24	16-24	16-24	16-24	18-22	riposo	riposo	riposo	
Giovedì	16-24	18-22	riposo	riposo	16-24	16-24	16-24	18-22	
Venerdì	18-22	riposo	riposo	riposo	16-24	16-24	riposo	16-24	
Sabato	riposo	16-24	riposo	riposo	riposo	riposo	16-24	16-24	
Domenica	riposo	riposo	16-24	16-24	riposo	18-22	riposo	riposo	
	3,00	2,00	4,00	3,00	3,00	1,00	4,00	8,00	

Come si vede, vengono utilizzate molte combinazioni orarie, e con valori piuttosto ridotti.

Osserviamo cosa accade anche nel settore aziendale:

→ tipologia full time:

	Tipo 1	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 7	Tipo 8	Tipo 9	Tipo 10			
Lunedì	riposo	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24			
Martedì	16-24	16-24	16-24	riposo	16-24	16-24	16-24			
Mercoledì	16-24	riposo	16-24	16-24	riposo	16-24	16-24			
Giovedì	16-24	16-24	riposo	16-24	16-24	riposo	16-24			
Venerdì	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	16-24	riposo			
Sabato	16-24	16-24	16-24	riposo	riposo	riposo	riposo			
Domenica	riposo	riposo	riposo	16-24	16-24	16-24	16-24			
	1	1	1	1	1	1	4	SOMMA	=	10
	Tipo 14	Tipo 15	Tipo 16	Tipo 20						
Lunedì	8-16	8-16	riposo	8-16						
Martedì	8-16	8-16	8-16	8-16						
Mercoledì	8-16	8-16	8-16	8-16						
Giovedì	riposo	8-16	8-16	8-16						
Venerdì	8-16	riposo	8-16	riposo						
Sabato	8-16	8-16	riposo	riposo						
Domenica	riposo	riposo	8-16	8-16						
	2	6	1	1				SOMMA	=	10

→ le variabili decisionali relative ai contratti part time orizzontale:

	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 7	Tipo 8	Tipo 9	Tipo 10		
Lunedì	riposo	16-21	16-21	16-21	riposo	16-21	16-21	16-21	16-21		
Martedì	16-21	riposo	16-21	16-21	16-21	riposo	16-21	16-21	16-21		
Mercoledì	16-21	16-21	riposo	16-21	16-21	16-21	riposo	16-21	16-21		
Giovedì	16-21	16-21	16-21	16-21	16-21	16-21	16-21	riposo	16-21		
Venerdì	16-21	16-21	16-21	riposo	16-21	16-21	16-21	16-21	riposo		
Sabato	16-21	16-21	16-21	16-21	riposo	riposo	riposo	riposo	riposo		
Domenica	riposo	riposo	riposo	riposo	16-21	16-21	16-21	16-21	16-21		
	7	4	3	3	4	3	2	6	3		
								SOMMA	=	35	
	Tipo 11	Tipo 12	Tipo 15	Tipo 18							
Lunedì	riposo	8-13	8-13	8-13							
Martedì	8-13	riposo	8-13	8-13							
Mercoledì	8-13	8-13	8-13	riposo							
Giovedì	8-13	8-13	8-13	8-13							
Venerdì	8-13	8-13	riposo	8-13							
Sabato	8-13	8-13	8-13	riposo							
Domenica	riposo	riposo	riposo	8-13							
	21	8	2	4				SOMMA	=	35	

→ infine, per i contratti part time verticali:

	Tipo 11	Tipo 15	Tipo 16	Tipo 27	Tipo 31	Tipo 37
Lunedì	8-16	8-16	8-16	8-16	8-12	riposo
Martedì	8-12	riposo	8-12	riposo	8-16	8-16
Mercoledì	riposo	riposo	riposo	8-12	8-16	8-12
Giovedì	8-16	8-16	riposo	riposo	riposo	8-16
Venerdì	riposo	riposo	8-16	riposo	riposo	riposo
Sabato	riposo	riposo	riposo	riposo	riposo	riposo
Domenica	riposo	8-12	riposo	8-16	riposo	riposo
	1,00	1,00	6,00	1,00	6,00	4,00
	Tipo 61	Tipo 76	Tipo 109	Tipo 116	Tipo 137	Tipo 181
Lunedì	8-12	8-12	16-24	16-24	riposo	16-20
Martedì	riposo	riposo	riposo	16-20	16-24	riposo
Mercoledì	8-16	riposo	16-24	riposo	16-20	riposo
Giovedì	riposo	8-16	riposo	riposo	16-24	16-24
Venerdì	8-16	8-16	riposo	16-24	riposo	riposo
Sabato	riposo	riposo	16-20	riposo	riposo	16-24
Domenica	riposo	riposo	riposo	riposo	riposo	riposo
	4,00	6,00	1,00	1,00	2,00	1,00

Anche nel settore individuale, notiamo lo stesso “andamento” del settore individuale, ossia la presenza di molteplici tipi di contratto, ognuno con una numerosità molto bassa.

Parte III

CONSIDERAZIONI FINALI

III.1 Definizione di una soluzione ideale

Per poter dare un giudizio sui risultati dei modelli, potremmo definire una soluzione per così dire ideale, ossia calcolare il costo minimo che si avrebbe se ci fossero esattamente i telefonisti necessari, per ogni ora ed in ogni giorno, tutti col contratto di tipologia full time (il più conveniente in termini di rapporto costo-ore di lavoro).

Questa soluzione, più che ideale, potremmo considerarla utopica, giacché è impossibile riuscire a combinare i contratti full time senza avere operatori “superflui” (come dimostrano i risultati del modello completo utilizzando solo i full time, vedi pagg. 26-27-28-29).

Comunque, calcoliamo il “costo” che avrebbe questa soluzione ideale, sommando tutte le ore di lavoro (ossia tutti i membri della tabella degli operatori necessari), e dividendo il tutto per 40 (numero di ore effettuate da ogni telefonista col contratto full time).

Otteniamo:

→ costo settore individuale: 63.95;

→ costo settore aziendale: 53.45;

→ costo totale: 117.40;

I valori non sono interi, ma essendo, come detto, una soluzione irrealizzabile, non avrebbe granché senso arrotondare il tutto.

III.2 Considerazioni sui risultati ottenuti

Ripartiamo quindi dai risultati dei costi delle varie soluzioni:

	Modello completo con solo full time	Modello ridotto	Soluzione “utopica”
Costo settore INDIVIDUALE	140	86.16	63.95
Costo settore AZIENDALE	134	87.20	53.45

Come ci si poteva aspettare, utilizzare i soli contratti full time per “coprire” il servizio risulta particolarmente sconveniente, con un “costo” che supera le due volte quello “utopico”.

Diversamente, il nostro modello ridotto, pur con tutte quelle ipotesi semplificatrici che ci limitano le possibilità offerte dai vari contratti (particolarmente importante è l'impossibilità assoluta di utilizzare i part time verticali a 25 ore, ma anche la forte riduzione della quantità di tipi di contratto part time verticali a 20 ore (ne abbiamo considerate 200 su 1000) risulta, con grosse probabilità, particolarmente influente), ci porta ad ottenere un “costo” non eccessivamente elevato.

In particolare, questo avviene nel settore individuale, che comporta un costo parziale addirittura inferiore a quello del settore aziendale (ricordiamo che il carico delle chiamate è maggiore nel settore per i singoli individui): questo è sicuramente dovuto alla suddivisione oraria delle chiamate giornaliere, che, nel settore aziendale, prevede una quantità veramente minima di chiamate in orario notturno, con la conseguente presenza di personale “superfluo”; e questo non fa altro che confermare la limitazione dovuta al mancato inserimento di tutti i tipi di contratto part time verticale (sia a 20, sia, ed in particolar modo, a 25 ore la settimana).

La bontà del risultato di questo modello ridotto è ancora più evidente se trascurassimo l'effetto delle penalizzazioni nel calcolo del costo finale (ossia ottimizziamo come se ci fossero, e sottraiamo gli effetti solo dopo

aver ricavato la soluzione ottima): attraverso questa operazione, il “costo” scende rispettivamente a 80.25 per il settore individuale ed a 81.25 per il settore aziendale, valori ancora più vicini a quello della nostra soluzione “utopica”.

III.3 Cenni sulla complessità dei modelli

Come abbiamo detto, ci siamo trovati di fronte all'impossibilità di risolvere il modello completo con il “risolutore” presente in Microsoft Excel® : questo è dovuto sia all'enorme quantità di variabili, 19600, che il “risolutore” non riesce in alcun modo a gestire, sia per la presenza di parecchi vincoli, essendo essi ben 16 (numero di turni orari al giorno) * 7 (numero di giorni alla settimana) * 4 (numero di settimane), ossia 448. Si aggiungano, inoltre, i vincoli di interezza sulle variabili decisionali.

Il problema della numerosità dei vincoli è risultato particolarmente significativo nel nostro modello ridotto, ossia quello in cui abbiamo usato le sole variabili full time: per il settore individuale, abbiamo risolto il problema rilassando i vincoli di interezza, ottenendo fortunatamente una soluzione intera. Per il settore aziendale, invece, non siamo stati così fortunati, e per quanto lo avessimo lasciato elaborare, il “risolutore” di Excel non è riuscito ad ottenere una soluzione intera.

Abbiamo provato, quindi, ad utilizzare un “risolutore” più potente, per la precisione il “risolutore” PREMIUM vers. 5: anch'esso, però, pur utilizzato su un elaboratore di ultima generazione, dopo quasi 7 ore non è riuscito a garantire una soluzione ottima. Comunque, è stata fornita una soluzione “parziale” intera, ossia quella che è stata presentata in questo studio.

In realtà, il suo valore non si discosta molto dal valore della funzione obiettivo ottenuto senza imporre l'interezza delle variabili (134 rispetto a

132.5), quindi potremmo considerare la nostra soluzione intera effettivamente come quella ottima, anche perché un eventuale miglioramento, essendo sicuramente inferiore a 1.5, non cambierebbe in alcun modo le considerazioni fatte sui risultati del modello.

Infine, anche per il nostro modello semplificato, quello in cui abbiamo tenuto in considerazione una sola settimana ed una minima parte di contratti, non è stato sufficiente l'utilizzo del "risolutore" standard di Excel: il numero di variabili, per quanto drasticamente ridotto a 240, ha impedito il funzionamento del programma. E' stato, quindi, anche in questo caso necessario ricorrere al "risolutore" avanzato, che non ha avuto problemi a fornire la soluzione ottima.

Per risolvere il problema nella sua interezza, non ci resta che implementare il nostro modello completo in un programma più specifico ed avanzato: è in questa direzione che ci stiamo muovendo, utilizzando Cplex, un software creato appositamente per la programmazione matematica.

III.4 Conclusioni

Come abbiamo visto, quindi, una condizione fondamentale dei contratti con cui l'azienda dovrebbe assumere i propri operatori è certamente quella della “flessibilità oraria”: pur con le penalizzazioni introdotte, i contratti part time risultano comunque particolarmente convenienti, a causa della particolare distribuzione delle chiamate nei vari giorni e nelle varie ore, tutt'altro che uniforme.

Lo dimostra il fatto che, nel nostro modello ridotto, il numero di contratti full time inseriti risulta veramente minimo (addirittura pari a 0 nel settore individuale).

Inoltre, possiamo notare come per i contratti part time, l'ottimizzazione del modello porta ad avere molti tipi diversi di contratto, tutti con numerosità molto bassa: anche questo sembra accentuare l'utilità di avere turni brevi e diversi tra loro.

Tutto questo non fa altro che confermare la necessità di poter utilizzare un modello che tenga conto di tutte le variabili decisionali (ossia tutti i tipi di contratto) a disposizione, in modo da sfruttare proprio quella “flessibilità oraria” garantita dai contratti di lavoro di tipologia part time.

Ringraziamenti

Il primo ringraziamento, il più sentito, va chiaramente al Prof. Giovanni Andreatta, senza il quale questo studio non sarebbe stato realizzato, per la sua disponibilità, per la sua cortesia e per tutta l'attenzione dedicatami.

Mi si permetta, poi, di ringraziare la dott.ssa Maria Silvia Pini, sia per avermi spiegato il funzionamento del sistema informatico del Dipartimento di Matematica, permettendomi così di utilizzare lo stesso, sia per i suoi preziosi consigli riguardanti il programma Cplex.

A questo proposito, un sincero ringraziamento va ai professori ed ai tecnici di Statistica, il cui lavoro è stato indispensabile nella mia formazione e nello suscitare l'enorme interesse che nutro per la materia. Infine, vorrei ringraziare tutti coloro che mi hanno supportato in questo triennio universitario, in particolar modo la mia famiglia ed i miei amici: tra questi, una speciale menzione va ai compagni di corso e ai miei coinquilini, persone realmente insostituibili.