

PROBLEMA 17

Un'azienda specializzata in sistemi per la riabilitazione motoria produce tre diversi modelli di dispositivi per il recupero funzionale degli arti superiori, che indicheremo con D1, D2 e D3. Ogni modello viene lavorato da tre linee di montaggio robotizzate, indicate con L1, L2 e L3. Nella seguente tabella sono riportati i tempi, in minuti, necessari per la lavorazione insieme al profitto unitario (in Euro) realizzabile per ogni modello di dispositivo.

	D1	D2	D3
L1	20	30	62
L2	31	42	51
L3	16	81	10
Profitto	1000	1500	2200

Le linee L1 e L2 sono disponibili per 8 ore al giorno, mentre la linea L3 è disponibile per 5 ore al giorno. Il numero di dispositivi D3 prodotti non deve superare il 20% del totale dei dispositivi, mentre il numero dei dispositivi D1 deve costituire almeno il 40% della produzione complessiva.

1. Supponendo che tutti i dispositivi prodotti vengano venduti, formulare un modello di ottimizzazione che permetta di pianificare la produzione dei dispositivi in modo da massimizzare il profitto complessivo nel rispetto delle condizioni di produzione.
2. Come si modifica il modello realizzato nel caso in cui si tenga conto della possibilità che i tre modelli di dispositivi vengano prodotti utilizzando una qualsiasi delle tre linee di montaggio robotizzate, senza richiedere quindi che per avere un modello finito sia necessaria la lavorazione di tutte le linee?

PROBLEMA 18

Il Ministero della Sanità ha in progetto la realizzazione di ospedali ortopedici specializzati, che nel raggio di 200 km siano in grado di garantire assistenza sanitaria per le seguenti città: Latina, Lecce, Matera, Napoli, Potenza, Salerno e Roma.

Nel seguito, per ogni città, sono elencate quelle situate a una distanza inferiore ai 200 km:

- Latina: Latina, Napoli, Roma;
- Lecce: Lecce, Matera;
- Matera: Lecce, Matera, Potenza;
- Napoli: Latina, Napoli, Potenza, Salerno;
- Potenza: Matera, Napoli, Potenza, Salerno;
- Salerno: Napoli, Potenza, Salerno;
- Roma: Latina, Roma.

Occorre stabilire in quale delle 7 città costruire gli ospedali, in maniera tale che ogni città abbia almeno un ospedale ad una distanza non superiore a 200 km e tenendo conto che in una stessa città non si può costruire più di un ospedale.

Formulare il problema come problema di ottimizzazione, con l'obiettivo di rendere il più efficiente possibile il sistema complessivo.

PROBLEMA 19

“Federfarma” deve pianificare il proprio piano logistico di distribuzione su un orizzonte temporale di un anno per tutto il territorio dell’Italia Meridionale. L’Associazione ha a disposizione tre grandi depositi a livello nazionale (Milano, Roma, Catania) con capacità di immagazzinamento pari rispettivamente a 5 milioni, 4 milioni e 6 milioni unità di farmaco. Al fine di rendere più efficiente il processo di distribuzione, ha dislocato tre depositi locali (Napoli, Bari, Catanzaro), da cui i farmaci vengono distribuiti alle aree di mercato del territorio di riferimento.

Al fine di soddisfare la domanda sull’orizzonte temporale previsto, è stato previsto che i tre depositi locali necessitino di una quantità minima di farmaci pari a 4 milioni, 2 milioni e 1 milione di unità rispettivamente, che verranno immediatamente inviati alle aree di mercato.

I valori dei costi unitari di immagazzinamento e trasporto (in euro), sono riassunti nella seguente tabella:

	Costo Magazzino	Costo Trasporto a Napoli	Costo Trasporto a Bari	Costo Trasporto a Catanzaro
Milano	3	4	6	8
Roma	2	3	2	6.5
Catania	4	5	4	4.5
Napoli	2			
Bari	1.5			
Catanzaro	1			

Si precisa che, per alcune specifiche ragioni, l’Associazione non può rifornire il deposito di Bari con farmaci provenienti da Catania, che invece deve inviare necessariamente almeno 600000 unità di farmaco al deposito di Napoli. Inoltre il deposito di Napoli richiede che almeno il 40% dei farmaci ricevuti provenga da Roma.

Si formuli un modello di ottimizzazione che consenta di definire il piano logistico di costo minimo, tenendo conto delle condizioni imposte.

PROBLEMA 20

L'ASP di Cosenza deve gestire la distribuzione dei farmaci salvavita dai 3 depositi farmaceutici territoriali (D1, D2, D3) all'Azienda Ospedaliera di Cosenza, all'Ospedale di Rossano, all'Ospedale di San Giovanni in Fiore e all'Ospedale di Paola. A tal fine, la disponibilità media dei tre depositi è rispettivamente di 8000, 7000, 9000 unità di farmaco, mentre i quattro ospedali richiedono rispettivamente una quantità di almeno 7000, 6000, 4000, 5000 unità di farmaco.

I costi unitari di trasporto che l'ASP deve sostenere sono riportati nella seguente tabella:

Costi in Euro	AO Cosenza	Ospedale Rossano	Ospedale San Giovanni in Fiore	Ospedale Paola
D1	0.30	0.45	0.60	0.80
D2	0.20	0.35	0.25	0.65
D3	0.40	0.50	0.40	0.15

Per rendere la distribuzione efficiente, viene utilizzato un adeguato furgone frigorifero per ogni singolo spostamento dai depositi agli ospedali. Il furgone ha una capacità di carico pari a 9000 unità di farmaco, quindi sufficiente per trasportare le singole quantità minime richieste.

Si formuli un modello di ottimizzazione che consenta di definire il piano di distribuzione a costo minimo, tenendo conto delle seguenti condizioni:

- Ogni furgone effettivamente utilizzato impone un costo fisso di 50 euro.
- Si hanno a disposizione 4 furgoni.
- E' possibile noleggiare un quinto furgone al costo fisso di 65 euro.

PROBLEMA 21

Una grande Casa Farmaceutica deve assegnare dei territori ai propri informatori scientifici. Considerata la varietà dei diversi territori e le capacità dei singoli informatori, l'azienda ha riassunto nel seguente prospetto gli indici di produttività (valori da 1 a 10) dei possibili assegnamenti:

	Territorio A	Territorio B	Territorio C	Territorio D
Informatore 1	3	4	6	8
Informatore 2	2	3	2	5
Informatore 3	4	5	4	2
Informatore 4	2	3	9	10
Informatore 5	1	4	3	8
Informatore 6	6	10	2	3

Ovviamente, viene richiesto che ogni informatore possa essere assegnato ad un solo territorio e ogni territorio sia servito da un solo informatore.

L'azienda chiede che il problema venga risolto tramite un adeguato modello di ottimizzazione che consenta di definire il piano di assegnamento degli informatori ai vari territori massimizzando il valore complessivo della produttività, tenendo conto delle condizioni imposte.

PROBLEMA 22

Nell'ambito dell'attività strategica di distrettualizzazione dei servizi sanitari territoriali, l'ASP di Cosenza deve attivare nel territorio di riferimento sino a 5 poliambulatori specialistici. Dovendo realizzare un modello organizzativo a rete per l'erogazione dei servizi sanitari, i poliambulatori devono servire le richieste di prestazioni specialistiche provenienti dai 500 Medici di Base della stessa ASP.

Da un'approfondita analisi del contesto, sono stati stimati i valori dei seguenti dati:

- Costi di attivazione dei poliambulatori nei siti previsti (in migliaia di euro):

Siti	1	2	3	4	5
Costi	550	430	600	500	625

- Costi di gestione dei poliambulatori relativi alle richieste di prestazioni specialistiche, stimati in euro 25 per ogni Medico di Base.
- Ogni poliambulatorio attivato può soddisfare le richieste di prestazioni specialistiche provenienti al più dal seguente valore stimato di numero di Medici di Base:

Siti	1	2	3	4	5
Numero di Medici di Base	120	130	115	180	95

Al fine di rendere il sistema complessivamente più efficiente, si richiede, inoltre, che le richieste di prestazioni specialistiche per ogni Medico di Base siano trattate da uno ed un solo poliambulatorio.

Si formuli un modello di ottimizzazione che consenta di definire la localizzazione dei poliambulatori e per ognuno di essi l'insieme dei Medici di Base assegnati in modo da ridurre i costi complessivi previsti.

PROBLEMA 23

Una nota azienda di dispositivi biomedicali, produce, tra l'altro, innovativi dispositivi indossabili per misurare la pressione arteriosa (dispositivo A) e per effettuare ECG (dispositivo B).

Le previsioni di vendita per il prossimo anno sono riportate nella seguente tabella (esprese in numero di pezzi al quadrimestre):

Quadrimestre Dispositivi	1	2	3
A	1500	1000	1000
B	1000	3000	3000

In ciascun quadrimestre l'azienda ha a disposizione 5250 ore di lavoro. Nello specifico, un dispositivo A richiede un'ora di lavorazione e un dispositivo B un'ora e mezza. A causa di lavori di ristrutturazione degli impianti di produzione, i dispositivi A non possono essere prodotti nell'ultimo quadrimestre.

La politica aziendale esige che alla fine di ogni quadrimestre siano presenti in magazzino almeno 100 pezzi di ogni dispositivo. All'inizio del periodo interessato sono presenti in magazzino 85 dispositivi A e 102 dispositivi B. I costi di immagazzinamento ammontano a € 5 per ogni pezzo che resta a magazzino alla fine del primo quadrimestre, a € 7 per i pezzi in magazzino alla fine del secondo e a € 3 per quelli in magazzino alla fine del terzo.

L'azienda vuole soddisfare in pieno la domanda ed è perciò disposta a produrre in anticipo, cercando nel contempo di controllare i costi di magazzino.

Si formuli un modello di ottimizzazione che consenta di definire il piano di produzione ottimale per il prossimo anno.

PROBLEMA 24

Un'azienda farmaceutica produce, tra l'altro, due efficaci farmaci chemioterapici, denominati A e B.

Sulla base di analisi di mercato, è stato previsto che le vendite per i prossimi due anni avranno l'andamento riportato in tabella (espresso in numero di confezioni al semestre):

Semestre Dispositivi	1	2	3	4
A	1500	1000	1000	1250
B	1000	3000	3000	3500

Il processo di produzione dei farmaci richiede personale tecnico altamente qualificato. In ciascuno dei primi due semestri l'azienda ha a disposizione 350 unità di personale, mentre nel 3° e 4° semestre saranno a disposizione rispettivamente 300 e 280 unità di personale. In base alle specifiche caratteristiche del processo di produzione, la produzione di una confezione di farmaco A richiede due unità di personale, mentre una confezione di farmaco B richiede tre unità di personale.

Inoltre, l'azienda richiede che alla fine di ogni semestre siano presenti in magazzino almeno 1000 confezioni di ogni farmaco. All'inizio del periodo interessato sono presenti in magazzino 125 confezioni di farmaco A e 150 confezioni di B. I costi di immagazzinamento ammontano a € 0.5 per ogni confezione che resta a magazzino alla fine del primo semestre, a € 0.6 per le confezioni in magazzino alla fine del secondo, a € 0.3 per quelle in magazzino alla fine del terzo e € 0.4 per quelle alla fine dell'ultimo semestre.

L'azienda farmaceutica vuole garantire la copertura della domanda, producendo i farmaci in anticipo e controllando i costi di magazzino.

Si formuli un modello di ottimizzazione che consenta di definire il piano di produzione ottimale per i prossimi due anni.

PROBLEMA 25

Il trattamento terapeutico di alcune patologie tumorali può risultare più efficace se il paziente segue una particolare dieta la cui composizione in alimenti sia determinata sulla base di uno specifico parametro di “costo”, che penalizza la qualità dell’alimento. Nello specifico, sia data la seguente tabella di valori nutrizionali che riporta il tipo di alimento, il valore del parametro di costo unitario, le unità di sostanze (proteine, carboidrati, grassi, vitamine, calcio) per unità di alimento.

	costo	prot	carb	grassi	vitam	calcio
1	<i>0.18</i>	<i>0</i>	<i>7</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0</i>
2	<i>0.20</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>4</i>
3	<i>0.80</i>	<i>5</i>	<i>0</i>	<i>4</i>	<i>0</i>	<i>1</i>
4	<i>0.50</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>0</i>
5	<i>0.35</i>	<i>0</i>	<i>3</i>	<i>0</i>	<i>2</i>	<i>1</i>

Formulare un modello di ottimizzazione che permetta di trovare una dieta di costo minimo, sapendo che si devono assumere almeno 3 unità di proteine, 10 unità di carboidrati, 2 unità di grassi, 3 unità di vitamine e 2 unità di calcio e sapendo che se è presente l’alimento 1 la dieta non può contenere l’alimento 5.

PROBLEMA 26

Una azienda di distribuzione di dispositivi biomedicali deve rifornire i suoi grandi clienti C1, C2, C3, C4 e C5, che sono dislocati in diverse località sul territorio nazionale.

Per ottimizzare il rifornimento, l'azienda vuole costruire un numero di depositi non superiore a 2, disponendo di 3 possibili siti dove costruirli. A seconda del sito in cui vengono costruiti, i 3 possibili depositi hanno un costo di costruzione e una capacità massima diversi. La tabella che segue riporta questi costi in migliaia di euro e le capacità in tonnellate.

	Costo costruzione	Capacità massima
Deposito 1	<i>10000</i>	<i>180</i>
Deposito 2	<i>15000</i>	<i>230</i>
Deposito 3	<i>13000</i>	<i>500</i>

Il quantitativo di merce (in tonnellate) richiesto da ciascun cliente è riportato nella tabella che segue, insieme ai costi (in migliaia di euro) del trasporto di una unità di merce da ciascuno dei possibili depositi a ciascun cliente.

	C1	C2	C3	C4	C5
Richiesta	<i>91</i>	<i>170</i>	<i>135</i>	<i>153</i>	<i>110</i>
Deposito 1	<i>15</i>	<i>13</i>	<i>27</i>	<i>9</i>	<i>7</i>
Deposito 2	<i>12</i>	<i>21</i>	<i>34</i>	<i>21</i>	<i>3</i>
Deposito 3	<i>7</i>	<i>10</i>	<i>2</i>	<i>17</i>	<i>12</i>

Sviluppare un modello di ottimizzazione che rappresenti il problema in analisi, per soddisfare esattamente le richieste minimizzando il costo complessivo, trascurando la possibilità di costruire ulteriori collegamenti rispetto a quelli esistenti e supponendo che non ci siano limitazioni sulle quantità massime di merci trasportabili.

PROBLEMA 27

Una grande Azienda Ospedaliera deve decidere il numero di posti da mettere a concorso per l'assunzione di nuovi “primari” dei reparti, e dei medici nei profili “aiuto primario” e “primo livello”.

L'Azienda prevede di poter spendere annualmente, per la retribuzione dei nuovi assunti, una quota massima pari a 5 milioni di euro. Il costo annuo di retribuzione di un primario è pari a 150.000 euro, di un aiuto primario è pari a 120.000 euro e di un medico di primo livello è pari a 90.000 euro.

Per motivi legali, la spesa complessiva annuale da sostenere per assumere i nuovi aiuti primari non può superare l'80% della spesa complessiva annuale sostenuta per assumere i nuovi medici di primo livello; inoltre il numero di aiuti primari da assumere deve essere almeno il doppio del numero dei nuovi primari.

Infine il bando di concorso può essere emanato solo se, per ogni categoria, ci siano almeno 10 nuovi assunti.

Formulare il problema come problema di ottimizzazione, con l'obiettivo di massimizzare il numero complessivo di nuovi assunti.

PROBLEMA 28

Una grande Azienda Ospedaliera deve organizzare i turni dei medici in pronto soccorso. Ogni medico deve lavorare 3 giorni consecutivi, indipendentemente da come sono collocati all'interno della settimana, e poi ha diritto a 1 giorno di riposo.

Al fine di garantire la qualità del servizio erogato si richiede, per i vari giorni della settimana, la presenza di almeno 15 medici il Lunedì, di almeno 10 il Martedì, di almeno 13 il Mercoledì, di almeno 16 il Giovedì, di almeno 12 il Venerdì, di almeno 14 il Sabato, e di almeno 9 la Domenica.

Si chiede di sviluppare un modello di ottimizzazione in grado di organizzare il servizio minimizzando il numero complessivo di medici da impegnare.

PROBLEMA 29

Una casa farmaceutica deve produrre, tra l'altro, 100.000 confezioni di farmaco chemioterapico, ciascuna in quantità da 10 mg di principio attivo.

In particolare, il principio attivo che caratterizza il farmaco deve contenere le specifiche sostanze S1 e S2 nelle seguenti quantità: S1 almeno lo 0,45% per confezione, S2 tra il 3,25% e il 5,5% per confezione.

Sono disponibili tre differenti tipologie (A, B, C) di materiale molecolare con cui realizzare il principio attivo, con le seguenti caratteristiche (dati relativi a 1 mg di materiale molecolare per ogni tipologia):

Materiale Biomolecolare	A	B	C
S1 (%)	4,00	1,00	0,60
S2 (%)	0,45	0,50	0,60
Costo (Euro/mg)	0,025	0,018	0,035

Inoltre si può aggiungere direttamente S1 al costo di 10 Euro per ogni 10 mg di principio attivo.

Il problema che si vuole modellare è quello di determinare il piano di produzione che minimizza il costo del materiale molecolare utilizzato.

PROBLEMA 30

Il blocco operatorio di un grande ospedale è costituito da m sale operatorie uguali, in cui poter eseguire n interventi chirurgici.

L'intervento i -esimo, $i = 1, \dots, n$, può essere eseguito in una qualsiasi sala e richiede un tempo di esecuzione d_i indipendente dalla stessa sala.

L'esecuzione dell'intervento i -esimo viene avviata al tempo t_i ; essendo d_i la sua durata, l'intervento verrà completato al tempo $t_i + d_i$.

Occorre, evidentemente, garantire che se due interventi i e h vengono assegnati alla stessa sala j , allora gli intervalli $[t_i, t_i + d_i]$ e $[t_h, t_h + d_h]$ devono essere disgiunti; in altri termini, si deve avere che $t_i + d_i \leq t_h$ oppure $t_h + d_h \leq t_i$.

A tal fine, per ogni intervento i , $i = 1, \dots, n-1$, è possibile definire l'insieme $S(i)$ degli interventi h , con $h > i$, che sono incompatibili con esso, ovvero:

$$S(i) = \{ h \in \{i+1, \dots, n\} : [t_i, t_i + d_i] \cap [t_h, t_h + d_h] \neq \emptyset \} \quad , \quad i = 1, \dots, n-1 \quad .$$

Obiettivo operativo dell'ospedale è utilizzare il minor numero possibile di sale operatorie per eseguire gli interventi, assegnando alla stessa sala interventi i cui tempi di esecuzione non si sovrappongono, e assegnando ciascun intervento ad una e una sola sala operatoria.

Sviluppare un modello di ottimizzazione che consenta di affrontare il problema.

PROBLEMA 31

Il blocco operatorio di un grande ospedale è costituito da **4** sale operatorie uguali, in cui poter eseguire **10** interventi chirurgici al giorno.

Ogni intervento può essere eseguito in una qualsiasi sala e richiede un tempo di esecuzione (in minuti) indipendente dalla stessa sala, come definito nella seguente tabella:

Intervento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Durata	50	45	75	80	60	120	90	55	180	150

Occorre specificare che il tempo di inizio di ciascun intervento non è fissato a priori e l'ordinamento nell'esecuzione degli interventi, per ogni sala, può essere deciso liberamente.

Obiettivo operativo dell'ospedale è completare tutti gli interventi nel minor tempo possibile, assegnando ciascun intervento ad una e una sola sala operatoria.

Sviluppare un modello di ottimizzazione che consenta di affrontare il problema.

PROBLEMA 32

La Regione Calabria, Dipartimento Tutela della Salute, ha deliberato la realizzazione di 3 nuovi ambulatori clinici ad alta specializzazione (terzo livello) sul proprio territorio, e a tal fine sono stati identificati 6 potenziali siti di localizzazione.

L'analisi della prevista domanda di servizi sanitari è stata effettuata considerando le aree di competenza degli 8 distretti sanitari in base ai quali è suddiviso il territorio regionale.

Per tali aree è stata stimata la domanda giornaliera di servizi prevista, indicata nella seguente tabella:

Distretto	1	2	3	4	5	6	7	8
Livello di Domanda	15	20	10	25	15	30	18	22

In base alla normativa corrente, è nota la struttura della copertura della domanda di servizio rappresentata nella seguente tabella (la presenza dell'asterisco indica che la domanda del distretto può essere coperta da parte del sito corrispondente):

Distretto	1	2	3	4	5	6	7	8
Sito 1		*		*		*		
Sito 2	*	*			*			
Sito 3	*		*	*			*	
Sito 4		*	*		*	*		*
Sito 5	*			*			*	
Sito 6			*		*			*

Obiettivo strategico della Regione Calabria è determinare la localizzazione dei 3 nuovi ambulatori cercando di garantire la massima copertura possibile della domanda di servizio privilegiando quei nodi con il più alto livello di domanda.

Definire un modello di ottimizzazione che consenta di affrontare il problema.

PROBLEMA 33

Nel trattamento anti-tumorale con radioterapia è possibile irraggiare la parte malata da diverse posizioni ed angolature e con diversa intensità.

Per ognuna di queste possibilità tuttavia bisogna tener conto degli effetti collaterali nocivi che il trattamento provoca sugli organi sani adiacenti al tumore.

Nel caso in specie, sulla base di un insieme di 5 possibilità di irraggiamento di un tumore, occorre determinare con quale intensità effettuare l'irraggiamento per ciascuna di esse.

Il tumore è circondato da 4 organi sani da preservare e per ogni possibilità di irraggiamento è noto un coefficiente che esprime la percentuale di radiazione che colpirebbe il tumore e la percentuale di radiazione che colpirebbe ciascuno degli organi adiacenti (vedi tabella seguente).

ORGANI	POSIZIONI				
	1	2	3	4	5
Tumore	0.4	0.3	0.25	0.7	0.5
Organo 1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.2
Organo 2	0.1	0.0	0.15	0.0	0.1
Organo 3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
Organo 4	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0

Coefficienti di assorbimento delle radiazioni [%] per il tumore e per gli organi adiacenti.

L'intensità totale delle radiazioni utilizzabili nel trattamento è limitata a 60 Gray e ci sono soglie massime sull'intensità di radiazione per ogni singola possibilità di irraggiamento, e soglie massime di tolleranza per i livelli di radiazione assorbiti da ciascun organo adiacente (vedi tabelle seguenti).

POSIZIONE	1	2	3	4	5
Limite max	15	20	10	25	15

Limiti massimi di radiazione (Gray) erogabili per ogni posizione.

ORGANO	1	2	3	4
Limite max	15	20	10	25

Limiti massimi di radiazione (Gray) ammissibile per ogni organo.

Si vuole massimizzare l'effetto delle radiazioni sul tumore, cioè la quantità totale di radiazioni assorbite dal tumore, nel rispetto delle soglie e delle condizioni definite.

PROBLEMA 34

Una grande azienda farmaceutica ha attivato uno specifico impianto di produzione del vaccino anti SARS-CoV-2.

La quantità rimasta invenduta al termine di ogni mese resta in magazzino ed è disponibile per essere venduta nel mese successivo. Immagazzinare il vaccino ha un costo, direttamente proporzionale alla quantità immagazzinata ogni mese.

La capacità produttiva dell'impianto è nota e limitata, così come il costo di produzione.

Per tenere conto della variabilità della domanda di vaccino, esiste la possibilità di aumentare la produzione tramite affidamento di apposite commesse a fornitori esterni, ad un costo superiore e in quantità limitata.

È comunque nota la stima della domanda per i prossimi mesi.

Si vuole pianificare la produzione in ciascun mese in modo da minimizzare i costi complessivi.

Di seguito vengono forniti i dati del problema.

- La capacità produttiva dell'impianto è di 3 milioni di dosi di vaccino al mese.
- Il costo di produzione è di 6 € per dose di vaccino.
- La capacità produttiva extra, garantita dai fornitori esterni, è di 1.5 milioni di dosi al mese.
- Il costo della produzione extra è di 8 € per dose di vaccino.
- Il costo di giacenza in magazzino è di 2 € per dose di vaccino per ogni mese di giacenza.
- La domanda di dosi per i prossimi 4 mesi è stimata rispettivamente in 2.5 milioni, 2.8 milioni, 3.2 milioni e 3.4 milioni di dosi.

PROBLEMA 35

Un team di dietologi ha definito le quantità ottimali di sostanze nutritive che dovrebbero costituire l'alimentazione più appropriata per la popolazione anziana affetta da patologie croniche cardiovascolari.

L'individuo deve assumere le sostanze nutritive da un opportuno mix di alimenti disponibili, configurando la dieta giornaliera in modo tale da ridurre i costi complessivi.

Nella seguente tabella sono riportate le quantità (in grammi) di sostanza nutritiva presente per ogni Kg di alimento indicato.

SOSTANZE	ALIMENTI						
	Pasta	Pesce	Formaggio	Yogurt	Verdura	Frutta	Pane
Proteine	14	18.5	17	23	2.1	4.3	12
Carboidrati	75	0.5	4	3.5	0.5	2.5	68
Grassi	1.5	5.5	22.5	2.5	0.1	0.2	7

In particolare, proteine, carboidrati e grassi devono essere assunti in quantità comprese in fissati intervalli di valori, come indicato nella seguente tabella (in grammi di sostanza al giorno).

SOSTANZE	Limite Inferiore	Limite Superiore
Proteine	25	35
Carboidrati	15	25
Grassi	5	12

Nella seguente tabella sono indicati i costi degli alimenti (Euro per Kg).

	ALIMENTI						
	Pasta	Pesce	Formaggio	Yogurt	Verdura	Frutta	Pane
Costo	4	22	15	6	3	4	1

Definire un modello di ottimizzazione che determini la dieta ottimale per la popolazione considerata.

PROBLEMA 36

Il Direttore Generale dell'Azienda Ospedaliera di Cosenza deve decidere quanti addetti alla sicurezza assegnare ai 24 turni di guardia all'ingresso del pronto Soccorso nell'arco della giornata, sapendo che nell'ora j sono necessari almeno $p(j)$ addetti in servizio, $j = 1, \dots, 24$.

Ogni turno dura 8 ore, con la quinta ora di riposo. I 24 turni si distinguono per l'ora di inizio. Inoltre, per equilibrare le risorse, occorre assegnare gli addetti ai turni in modo che la differenza tra il numero di addetti assegnati al turno i e al turno $i+1$ ($i = 1, \dots, 23$) sia, in valore assoluto, non superiore ad una soglia fissata v .

Si formuli il problema come modello di PLI con l'obiettivo di minimizzare il numero totale di addetti alla sicurezza assegnati ai turni.

PROBLEMA 37

Una grande azienda farmaceutica deve gestire, su un orizzonte temporale mensile, l'attività dei tre stabilimenti di produzione (S1, S2, S3), dove vengono prodotti Antibiotici (AB) e Antivirali (AV).

Ogni stabilimento è caratterizzato da un costo di setup e da una capacità mensile di produzione dipendente dal tipo di farmaco prodotto, secondo quanto specificato nelle seguenti tabelle:

Costo di setup (€)	S1	S2	S3
AB	250	200	170
AV	220	120	150

Capacità mensile (dosi)	S1	S2	S3
AB	1500	2000	2500
AV	3000	1000	1800

A titolo di esempio, lo stabilimento S1, se viene utilizzato per produrre antibiotici, ha un costo di setup di 250 € e una capacità produttiva mensile di 1500 dosi.

Sulla base dell'analisi della domanda, occorre, infine, soddisfare le richieste mensili di antibiotici e antivirali, pari rispettivamente a 8000 e 9000 dosi.

Definire un modello di ottimizzazione che consenta di far conseguire all'azienda farmaceutica l'obiettivo di ridurre i costi totali di setup, nel rispetto delle condizioni poste.

PROBLEMA 38

A supporto della cura delle malattie reumatiche ed articolari, una casa farmaceutica produce un integratore alimentare che distribuisce in due diverse qualità (“light” e “forte”) utilizzando due distinte formulazioni base (A e B) dello stesso principio attivo.

La qualità “light” è composta per tre parti dalla formulazione A e per due parti dalla formulazione B, mentre la qualità “forte” è costituita per due parti dalla formulazione A e per tre parti dalla formulazione B.

La casa farmaceutica ha a disposizione in magazzino 12 quintali di ciascuna formulazione base.

I prezzi di vendita per quintale sono pari a € 4000 per la qualità “light” e € 6000 per la qualità “forte”.

Definire un modello di ottimizzazione che consenta di far conseguire alla casa farmaceutica l’obiettivo di massimizzare i ricavi derivanti dalla vendita dell’integratore alimentare.