

Il problema della dieta: guida visuale all'utilizzo del solutore di Excel¹

Un dietologo visita un uomo, da tempo un po' in sovrappeso, che desidera tornare in forma.

Al primo incontro i due concordano per una dieta breve, ma drastica. Tramite un'intervista al paziente, il medico individua gli alimenti che potrebbero costituire la dieta giornaliera: bevande a parte, solo pasta, carne di vitello, carote e cioccolato.

Il medico è consapevole che, per rimanere in perfetta salute, il paziente deve assumere ogni giorno le seguenti quantità minime e massime di nutrienti (in grammi):

	Min (g)	Max (g)
Proteine	100	150
Carboidrati	100	150
Grassi	50	70
Vitamine	50	100

Tabella 1: quantità minime e massime di nutrienti

Tramite apposite tabelle, il medico conosce la quantità di carboidrati, proteine, grassi e vitamine, e le calorie fornite da ogni grammo di ciascun alimento; costruisce pertanto la seguente tabella riassuntiva:

	Pasta	Carne	Fagioli	Cioccolato
Proteine	0.10	0.50	0.02	0.20
Carboidrati	0.70	0.20	0.30	0.10
Grassi	0.10	0.30	0.01	0.20
Vitamine	0.02	0.01	0.20	0.15
Calorie	5	4	0.2	12

Tabella 2: apporto nutrizionale degli alimenti

Raccolti questi dati, il medico deve decidere le quantità di ciascun alimento da inserire nella dieta giornaliera, in modo da fornire al paziente le giuste quantità di ciascun nutriente (ovvero, rimanere tra i minimi e massimi previsti).

Ad esempio, prescrivere al paziente una dieta con 300g di pasta non va bene, perchè 1g di pasta fornisce 0.7g di carboidrati (riga 2, colonna 1 della Tabella 2), quindi 300g di pasta forniscono $300 \cdot 0.7 = 210$ g di carboidrati, che sono più del massimo consentito (riga 2, colonna 2 della Tabella 1).

Ci sono molti modi di preparare una dieta che soddisfi i requisiti: il medico è interessato alla dieta che fornisca la minor quantità di calorie al giorno, in modo da fare dimagrire il paziente nel più breve tempo possibile.

Proviamo a metterci nei panni del medico, e risolvere il problema utilizzando Excel ...

¹ Documento a cura di Alberto Ceselli – DTI Università degli Studi di Milano – alberto.ceselli@unimi.it

Passo 1: riportare i dati in un foglio Excel

Prima di tutto riportiamo i dati in un foglio Excel: apriamo Excel² ...



selezioniamo e copiamo la seconda tabella di questa guida ...

ogni grammo di ciascun alimento, costruisce pertanto la seguente tabella rias

	Pasta	Carne	Fagioli	Cioccolato
Proteine	0.10	0.50	0.02	0.20
Carboidrati	0.70	0.20	0.30	0.10
Grassi	0.10	0.30	0.01	0.20
Vitamine	0.02	0.01	0.20	0.15
Calorie	5	4	0.2	12

Tabella 2: apporto nutrizionale degli alimenti

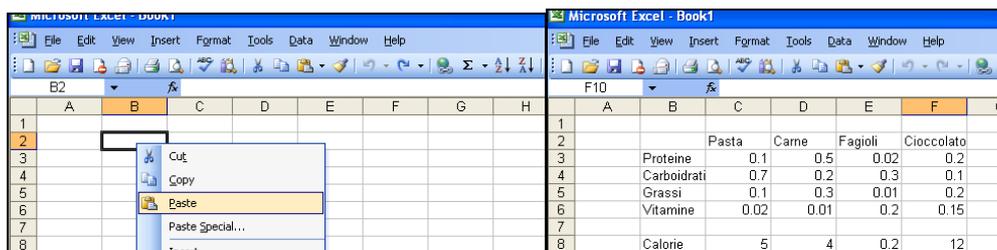
da ogni grammo di ciascun alimento, costruisce pertanto la seguente tabella rias

	Pasta	Carne	Fagioli	Cioccolato
Proteine	0.10	0.50	0.02	0.20
Carboidrati	0.70	0.20	0.30	0.10
Grassi	0.10	0.30	0.01	0.20
Vitamine	0.02	0.01	0.20	0.15
Calorie	5	4	0.2	12

Tabella 2: apporto nutrizionale degli alimenti

ati, il medico deve decidere le quantita' di ciascun alimento da inserire nella d
odo da fornire al paziente le giuste quantita' di ciascun nutriente (ovvero, rime
ni previsti).

Incolliamo in Excel ...



Ripetiamo l'operazione per la prima tabella ...

minime e massime di nutrienti (in grammi).

	Min (g)	Max (g)
Proteine	100	150
Carboidrati	100	150
Grassi	50	70
Vitamine	50	100

Tabella 1: qua

tabella, il medico conos
ogni grammo di ciascu

nutrienti

i, proteine, grass
to la seguente t

	Pasta	Carne	Fagioli	Cioccolato
Proteine	0	0.20		
Carboidrati	0	0.10		
Grassi	0	0.20		

12

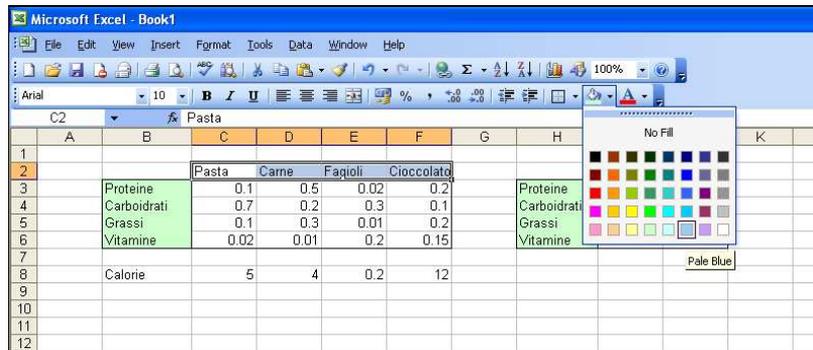
ato

	Min (g)	Max (g)
Proteine	100	150
Carboidrati	100	150
Grassi	50	70
Vitamine	50	100

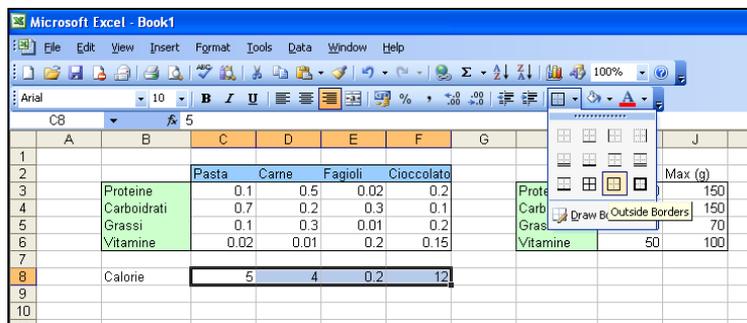
12

² In tutto il documento, le figure ed i comandi sono relativi alla versione inglese di Excel. I comandi corrispondenti nella versione italiana di Excel sono riportati in blu.

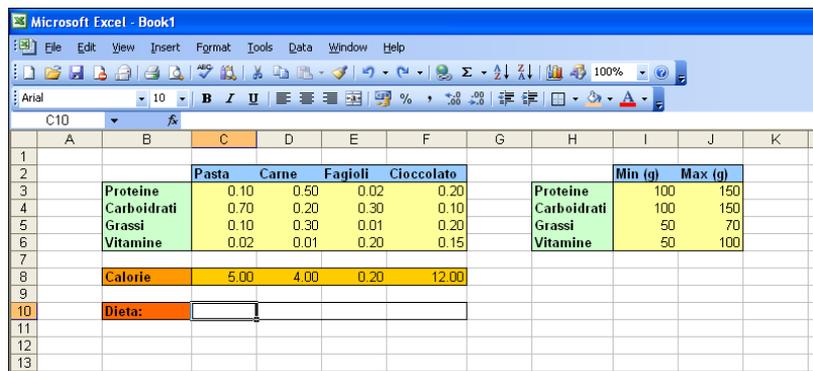
Completiamo formattando le tabelle: modifichiamo il colore dello sfondo ...



Ed i bordi di alcune celle ...



Ottenendo un foglio simile a questo ...



I nutrienti sono indicati con celle di sfondo verde, e gli alimenti con celle di sfondo blu.

Durante l'esercizio osserviamo questa piccola convenzione: coloriamo con sfondo giallo le celle contenenti i **dati** del problema (C3:F6, I3:J6 e C8:F8): il medico ha dedotto questi valori consultando i suoi manuali; **non modificheremo mai questi valori**.

Nel foglio abbiamo preparato anche un riquadro di quattro celle (C10:F10) in cui specificare la quantità di ciascun alimento che il paziente dovrà assumere durante la dieta. Le celle in questo riquadro contengono i valori delle **variabili** del problema: il medico ha la possibilità di **modificare** i valori di queste celle per creare la miglior dieta per il paziente. Ogni dieta è una **soluzione** al nostro problema.

Passo 2: risolvere il problema per tentativi

Una volta preparata la tabella, possiamo provare a cercare la miglior dieta per *tentativi*. Dobbiamo ricordare che

- 1) la dieta proposta deve soddisfare particolari *restrizioni*, che indichiamo con in nome di *vincoli*: il paziente deve assumere ogni giorno delle quantità di nutrienti comprese tra valori minimi e massimi.
- 2) Ci possono essere *molte* diete che soddisfano i vincoli del problema: tra tutte le diete che soddisfano questi vincoli vogliamo individuare la *migliore* (o, con un linguaggio più formale, la dieta *ottima*). Nel nostro caso la dieta ottima è quella che, rispettando i vincoli, permette al paziente di assumere il *minimo* numero di calorie.

Proviamo, quindi, a scegliere una dieta, riempiendo le celle corrispondenti alle variabili. Potremmo ad esempio proporre per pranzo un piatto di pasta (circa 100g) con un piccolo dolce (20g di cioccolato), e per cena una bistecca di vitello (circa 100g) con un contorno di fagioli (circa 50g) ...

5	Carboidrati	0.70	0.20	0.30	0.10	Carboidrati	100	150
6	Grassi	0.10	0.30	0.01	0.20	Grassi	50	70
7	Vitamine	0.02	0.01	0.20	0.15	Vitamine	50	100
8	Calorie	5.00	4.00	0.20	12.00			
9								
10	Dieta:	100	120	50	20			
11								

Per prima cosa dobbiamo controllare che questa dieta rispetti tutti i vincoli. Ad esempio, utilizziamo Excel per calcolare quante proteine sono fornite dalla dieta, e riportiamo questo valore nella cella K3 ...

	Pasta	Carne	Fagioli	Cioccolato	Min (g)	Max (g)
3	Proteine	0.10	0.50	0.02	100	150
4	Carboidrati	0.70	0.20	0.30	100	150
5	Grassi	0.10	0.30	0.01	50	70
6	Vitamine	0.02	0.01	0.20	50	100
8	Calorie	5.00	4.00	0.20		
10	Dieta:	100	120	50		

Ripetiamo l'operazione per ciascun nutriente. Aniché scrivere per intero la formula, è possibile sfruttare la funzione di Excel *sumproduct*. Specificati due intervalli di celle aventi lo stesso numero di righe e colonne, sumproduct svolge singolarmente i prodotti tra tutte le coppie di celle corrispondenti (stessa riga e colonna nei due intervalli) e somma tra di loro tutti i prodotti ottenuti ...

	Pasta	Carne	Fagioli	Cioccolato	Min (g)	Max (g)
3	Proteine	0.10	0.50	0.02	100	150
4	Carboidrati	0.70	0.20	0.30	100	150
5	Grassi	0.10	0.30	0.01	50	70
6	Vitamine	0.02	0.01	0.20	50	100
8	Calorie	5.00	4.00	0.20		
10	Dieta:	100	120	50		

Nella versione italiana di Excel la funzione *sumproduct* ha il nome **MATR.SOMMA.PRODOTTO**. A seconda delle impostazioni del vostro PC, inoltre, potrebbe essere necessario sostituire il simbolo “,” che separa i due intervalli con il simbolo “;”.

Possiamo semplicemente riscrivere la stessa funzione con gli intervalli di celle modificati per grassi e vitamine. In alternativa, dato che l’intervallo di celle delle variabili non cambia, possiamo sfruttare le funzioni avanzate di copia/incolla in Excel ponendo un simbolo “\$” prima del numero di riga nel primo intervallo ...

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1														
2			Pasta	Carne	Fagioli	Cioccolato			Min (g)	Max (g)				
3		Proteine	0.10	0.50	0.02	0.20		Proteine	100	150	75			
4		Carboidrati	0.70	0.20	0.30	0.10		Carboidrati	100	150	=SUMPRODUCT(C\$10:F\$10,C4:F4)			
5		Grassi	0.10	0.30	0.01	0.20		Grassi	50	70				
6		Vitamine	0.02	0.01	0.20	0.15		Vitamine	50	100				
7														
8		Calorie	5.00	4.00	0.20	12.00								
9														
10		Dieta:	100	120	50	20								
11														

e copiare il contenuto della cella K4 nelle celle K5 e K6 ...

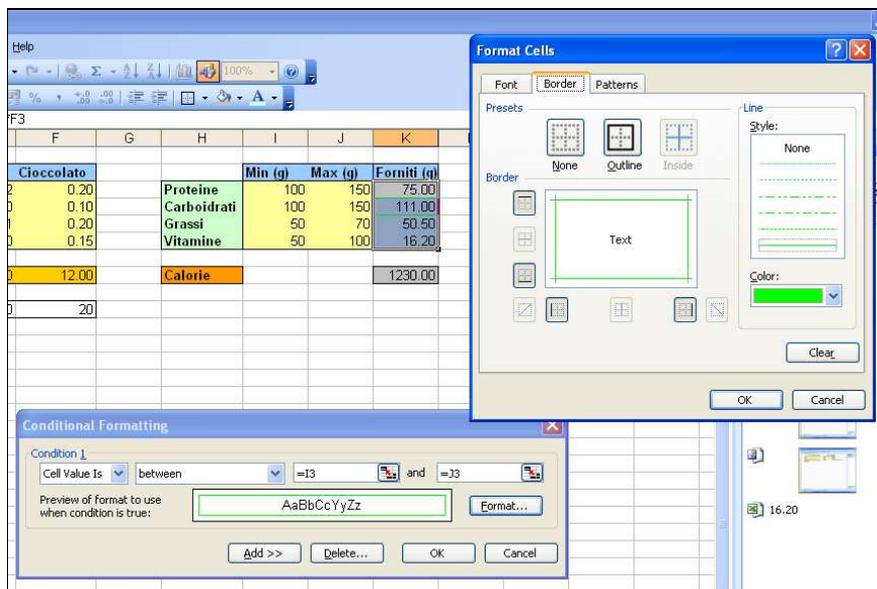
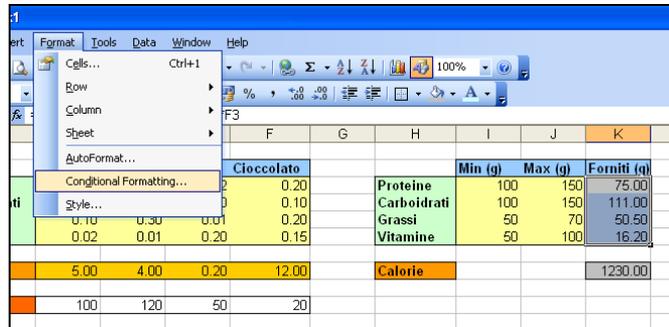
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1														
2			Pasta	Carne	Fagioli	Cioccolato			Min (g)	Max (g)				
3		Proteine	0.10	0.50	0.02	0.20		Proteine	100	150	75			
4		Carboidrati	0.70	0.20	0.30	0.10		Carboidrati	100	150	111			
5		Grassi	0.10	0.30	0.01	0.20		Grassi	50	70				
6		Vitamine	0.02	0.01	0.20	0.15		Vitamine	50	100				
7														
8		Calorie	5.00	4.00	0.20	12.00								
9														
10		Dieta:	100	120	50	20								
11														

Completiamo la tabella: ora possiamo valutare se la nostra dieta rispetta tutti i vincoli. Confrontando i nutrienti forniti con le quantità minime e massime richieste. Possiamo includere, inoltre, il numero di calorie fornito dalla nostra dieta ...

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1														
2			Pasta	Carne	Fagioli	Cioccolato			Min (g)	Max (g)	Forniti (g)			
3		Proteine	0.10	0.50	0.02	0.20		Proteine	100	150	75.00			
4		Carboidrati	0.70	0.20	0.30	0.10		Carboidrati	100	150	111.00			
5		Grassi	0.10	0.30	0.01	0.20		Grassi	50	70	50.50			
6		Vitamine	0.02	0.01	0.20	0.15		Vitamine	50	100	16.20			
7														
8		Calorie	5.00	4.00	0.20	12.00		Calorie			=SUMPRODUCT(C\$10:F\$10,C8:F8)			
9														
10		Dieta:	100	120	50	20								
11														

Osserviamo un’altra piccola convenzione: coloriamo con sfondo grigio le celle che contengono formule, che sono pertanto calcolate partendo da dati e valori in altre celle (K3:K6 e K8): non modificheremo *mai* questi valori *direttamente*, ma *solo indirettamente*, modificando le celle contenenti *i valori delle variabili*.

E' subito chiaro che questa dieta non rispetta i vincoli: fornisce troppo poche proteine e vitamine!
 Possiamo anche utilizzare la **formattazione condizionale** di Excel rendere più evidente dove la soluzione non rispetta i vincoli ...



	H	I	J	K	L	M
			Min (g)	Max (g)	Forniti (g)	
		Proteine	100	150	75.00	
		Carboidrati	100	150	111.00	
		Grassi	50	70	50.50	
		Vitamine	50	100	16.20	
		Calorie			1230.00	

Proviamo a correggere aumentando la porzione di carne a 200g ...

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2			Pasta	Carne	Fagioli	Cioccolato			Min (g)	Max (g)	Forniti (g)
3		Proteine	0.10	0.50	0.02	0.20		Proteine	100	150	115.00
4		Carboidrati	0.70	0.20	0.30	0.10		Carboidrati	100	150	127.00
5		Grassi	0.10	0.30	0.01	0.20		Grassi	50	70	74.50
6		Vitamine	0.02	0.01	0.20	0.15		Vitamine	50	100	17.00
7											
8		Calorie	5.00	4.00	0.20	12.00		Calorie			1550.00
9											
10		Dieta:	100	200	50	20					

Le proteine sono ora sufficienti, ma i grassi eccessivi e le vitamine troppo poche: proviamo ad aumentare la quantità di fagioli a 250g ...

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2			Pasta	Carne	Fagioli	Cioccolato			Min (g)	Max (g)	Forniti (g)
3		Proteine	0.10	0.50	0.02	0.20		Proteine	100	150	119.00
4		Carboidrati	0.70	0.20	0.30	0.10		Carboidrati	100	150	187.00
5		Grassi	0.10	0.30	0.01	0.20		Grassi	50	70	76.50
6		Vitamine	0.02	0.01	0.20	0.15		Vitamine	50	100	57.00
7											
8		Calorie	5.00	4.00	0.20	12.00		Calorie			1690.00
9											
10		Dieta:	100	200	250	20					
11											

Troppi carboidrati e grassi: riduciamo il piatto di pasta a 30g ...

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2			Pasta	Carne	Fagioli	Cioccolato			Min (g)	Max (g)	Forniti (g)
3		Proteine	0.10	0.50	0.02	0.20		Proteine	100	150	112.00
4		Carboidrati	0.70	0.20	0.30	0.10		Carboidrati	100	150	136.00
5		Grassi	0.10	0.30	0.01	0.20		Grassi	50	70	69.50
6		Vitamine	0.02	0.01	0.20	0.15		Vitamine	50	100	55.60
7											
8		Calorie	5.00	4.00	0.20	12.00		Calorie			1240.00
9											
10		Dieta:	30	200	250	20					
11											

Ok, la dieta rispetta tutti i vincoli. E' quindi una soluzione ammissibile: il paziente non avrà scompensi a causa della cura.

Tuttavia, la dieta fornisce 1240 calorie al giorno: potrebbero esistere altre diete che rispettano comunque tutti i vincoli e forniscono un minor apporto calorico. Si potrebbe, ad esempio, rinunciare al piatto di pasta ed alla porzione di cioccolato ...

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2			Pasta	Carne	Fagioli	Cioccolato			Min (g)	Max (g)	Forniti (g)
3		Proteine	0.10	0.50	0.02	0.20		Proteine	100	150	105.00
4		Carboidrati	0.70	0.20	0.30	0.10		Carboidrati	100	150	115.00
5		Grassi	0.10	0.30	0.01	0.20		Grassi	50	70	62.50
6		Vitamine	0.02	0.01	0.20	0.15		Vitamine	50	100	52.00
7											
8		Calorie	5.00	4.00	0.20	12.00		Calorie			850.00
9											
10		Dieta:	0	200	250	0					
11											

Ottenendo una dieta ammissibile da 850 calorie!

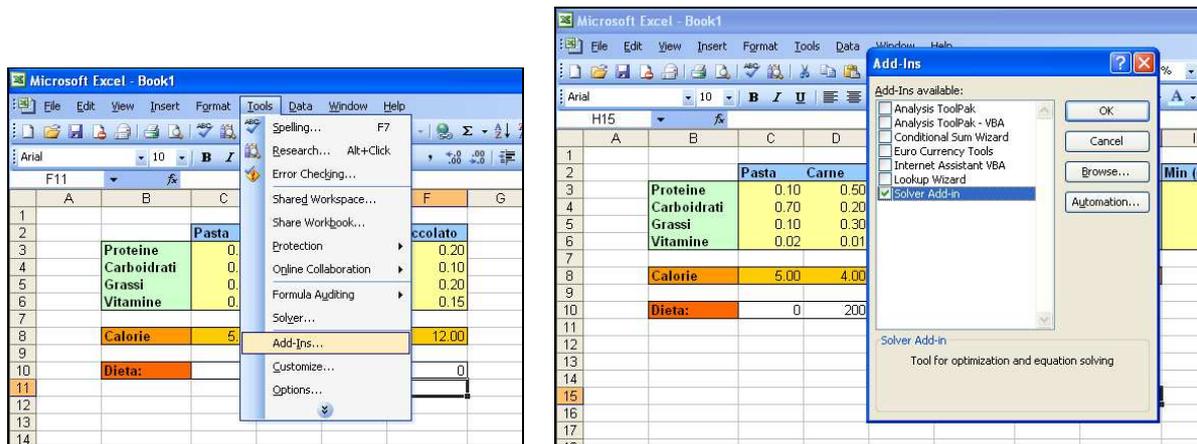
Passo 3: risolvere il problema con il solutore di Excel

Alla vista di questa serie di prove ed aggiustamenti della propria dieta, il paziente diventa sospettoso ed inizia a chiedersi: “ma questa dieta sarà veramente la dieta *ottima*, ovvero *quella che in assoluto mi permette di dimagrire più in fretta?*”

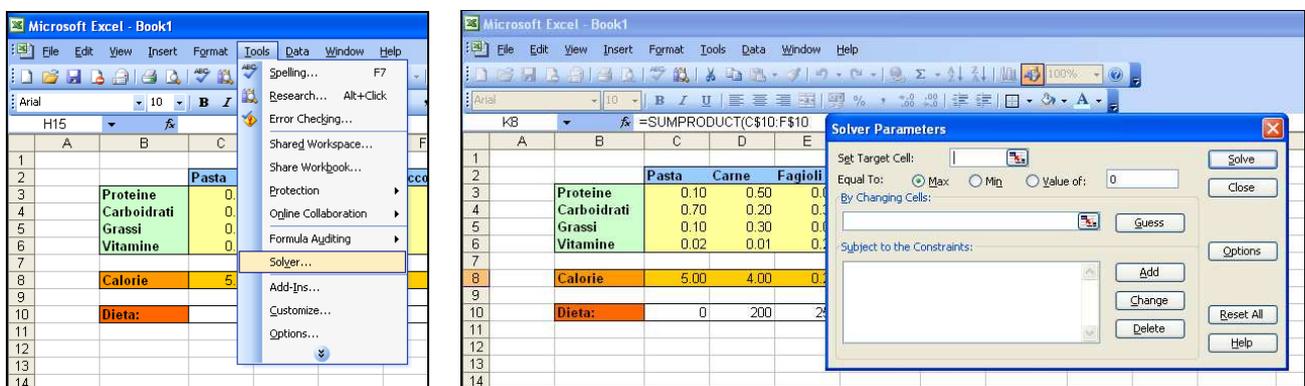
Procedendo per tentativi, il medico non è in grado né di garantire quanto tempo sia necessario per elaborare una dieta che rispetti tutti i vincoli, né tantomeno di garantire che la dieta preparata sia la migliore possibile!

Dentro ad Excel, invece, è nascosto un componente che in modo *automatico* elabora i dati del problema, ed attraverso opportuni *algoritmi* fornisce la soluzione *ottima* per il problema, e *garantisce anche che non ci siano soluzioni migliori!*

In generale, il solutore non è attivato: per attivarlo è necessario scorrere il menu “Tools” (Strumenti) fino alla voce “Add-ins” (Componenti aggiuntivi) ...



Selezionare “Solver Add-in” (Aggiunta risolutore) dalla finestra che compare e premere il tasto OK. Ora nel menu “Tools” compare la voce “Solver” (Risolutore), e selezionando la voce “Solver” compare una nuova finestra ...



Per poter svolgere la propria elaborazione, il solutore deve conoscere i dettagli del problema e delle nostre tabelle. Aver utilizzato dei colori per lo sfondo delle celle ci aiuta ad impostare il solutore correttamente, anche se per il solutore non richiede affatto che lo sfondo delle celle sia formattato in modo particolare. Prima di tutto, indichiamo nel riquadro “By changing cells” (**Cambiando le celle**) quali celle rappresentano le variabili, ovvero possono essere modificate per descrivere la soluzione del problema. Nel nostro caso sono le celle nell’intervallo C10:F10 ...

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1													
2			Pasta	Carne	Fagioli	Cioccolato			Min (g)	Max (g)	Forniti (g)		
3		Proteine	0.10	0.50	0.02	0.20		Proteine	100	150	105.00		
4		Carboidrati	0.70	0.20	0.30	0.10		Carboidrati	100	150	115.00		
5		Grassi	0.10	0.30	0.01	0.20		Grassi	50	70	62.50		
6		Vitamine	0.02	0.01	0.20	0.15		Vitamine	50	100	52.00		
7													
8		Calorie	5.00	4.00	0.20	12.00		Calorie			850.00		
9													
10		Dieta:	0	200	250	0							

Solver Parameters

Set Target Cell:

Equal To: Max Min Value of:

By Changing Cells:

Subject to the Constraints:

Buttons: Solve, Close, Guess, Options, Add, Change, Delete, Reset All, Help

Poi indichiamo i vincoli del problema nel blocco “Subject to the Constraints” (**Vincoli**). Ad esempio, il vincolo che la quantità di proteine fornite (calcolata nella cella K3) sia superiore alla soglia minima (specificata nella cella I3) si può imporre premendo il tasto “Add” (**Aggiungi**), inserendo K3 nella casella “Cell Reference” (**Riferimento**), inserendo I3 nella casella “Constraint” (**Vincolo**), selezionando “>=” tra la lista di possibili relazioni e premendo il nuovo tasto “Add” ...

	G	H	I	J	K	L
10			Min (g)	Max (g)	Forniti (g)	
11		Proteine	100	150	105.00	
12		Carboidrati	100	150	115.00	
13		Grassi	50	70	62.50	
14		Vitamine	50	100	52.00	
15		Calorie			850.00	

Add Constraint

Cell Reference:

Constraint:

Buttons: OK, Cancel, Add, Help

	G	H	I	J	K	L
10			Min (g)	Max (g)	Forniti (g)	
11		Proteine	100	150	105.00	
12		Carboidrati	100	150	115.00	
13		Grassi	50	70	62.50	
14		Vitamine	50	100	52.00	
15		Calorie			850.00	

Add Constraint

Cell Reference:

Constraint:

Buttons: OK, Cancel, Add, Help

E’ possibile specificare anche intervalli di celle anziché celle singole: imponiamo che tutti i nutrienti siano forniti nelle quantità minime specificate in tabella ...

	G	H	I	J	K	L
10			Min (g)	Max (g)	Forniti (g)	
11		Proteine	100	150	105.00	
12		Carboidrati	100	150	115.00	
13		Grassi	50	70	62.50	
14		Vitamine	50	100	52.00	
15		Calorie			850.00	

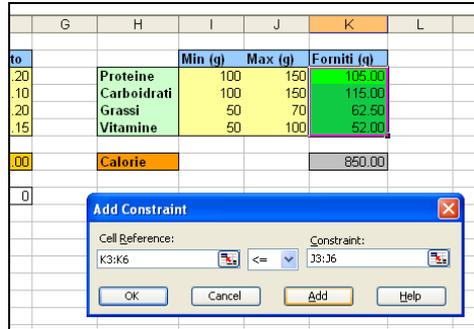
Add Constraint

Cell Reference:

Constraint:

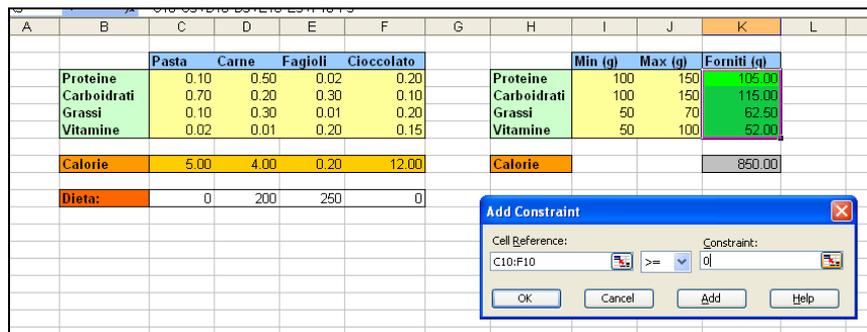
Buttons: OK, Cancel, Add, Help

E poi che tutti i nutrienti siano forniti in quantità massima come specificato in tabella ...

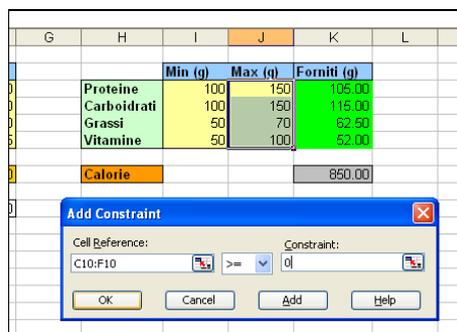


In questo caso la relazione vale cella per cella (la prima cella dell'intervallo K3:K6 con la prima cella dell'intervallo J3:J6, la seconda con la seconda ecc ... praticamente K3 con J3, K4 con J4 ecc.)

Nella nostra simulazione abbiamo rispettato implicitamente anche un ulteriore vincolo: nessun alimento può essere fornito in quantità negativa! Il solutore non può conoscere nulla del particolare problema in esame, quindi inseriamo esplicitamente anche questo vincolo ...



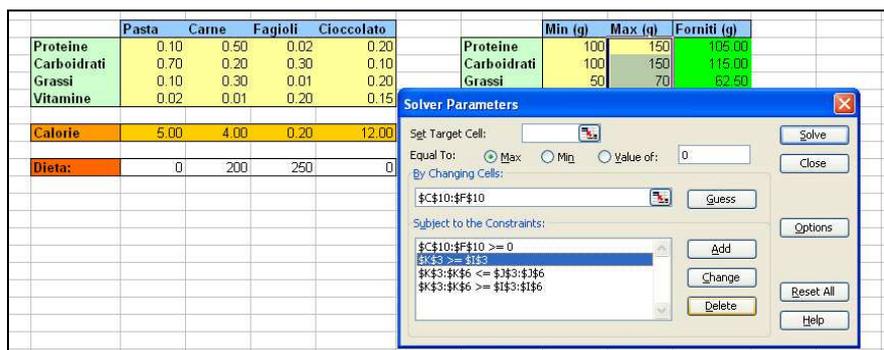
Anche in questo caso, non è necessario specificare i vincoli variabile per variabile, ma è sufficiente indicare che l'intervallo "C10:F10" deve essere ">=" a "0": questa relazione si intende cella per cella. Il nostro problema non ha ulteriori vincoli, quindi premiamo il tasto "OK" ...



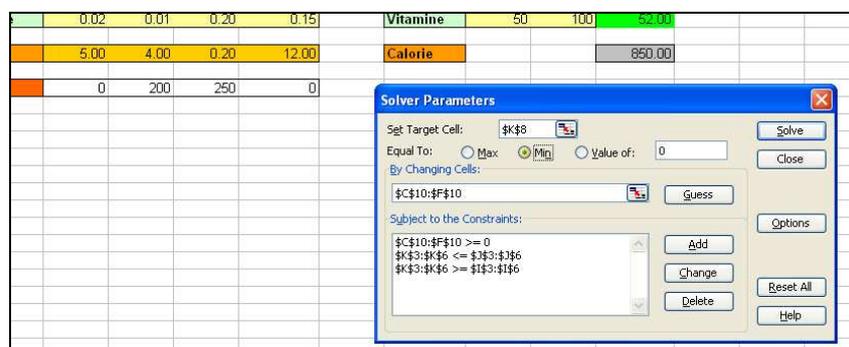
N.B. Se per il nostro problema *nessuna* variabile può assumere valori negativi, queste condizioni di non negatività si possono specificare *direttamente nel solutore*: nella finestra principale si preme il tasto “Options” (Opzioni) e nella finestra che compare si seleziona l’opzione “Assume Non-Negative” (presupponi non negative) ...



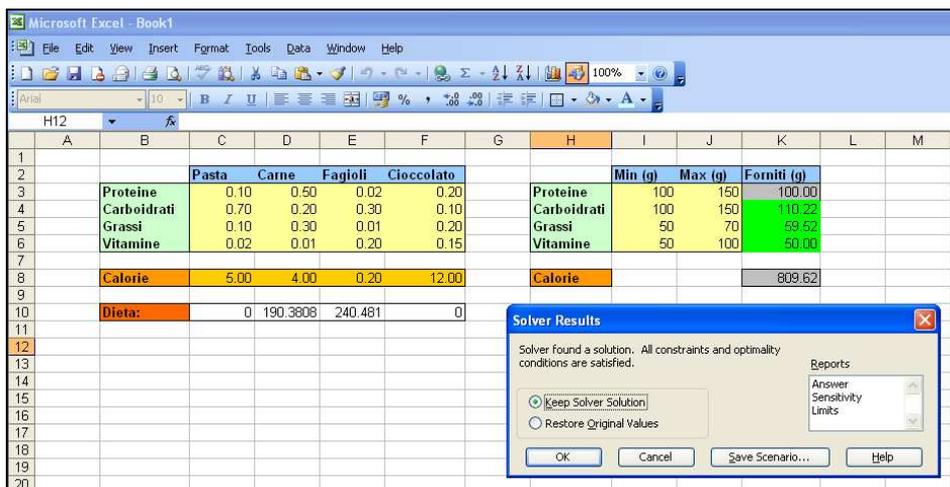
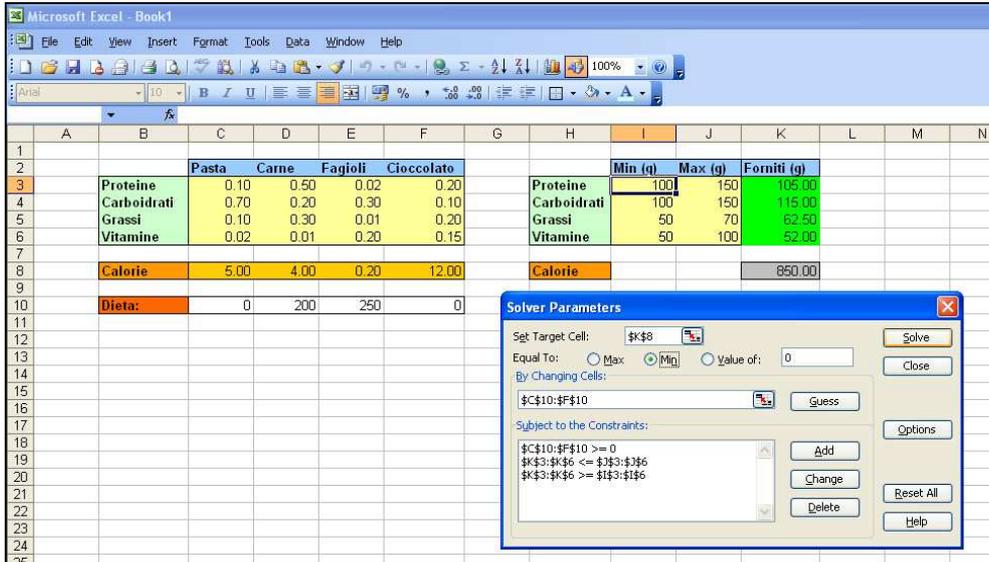
Premendo “OK” torniamo alla finestra di prima (la prima finestra di impostazioni del solutore). Abbiamo aggiunto il vincolo “K3 >= I3” solo a titolo di esempio, dato che questo vincolo è incluso nella famiglia “K3:K6 >= I3:I6”; possiamo eliminarlo selezionandolo e premendo il tasto “Delete” (Elimina) ...



Abbiamo indicato al solutore quali sono i vincoli del problema e quali celle corrispondono alle variabili, e possono pertanto essere modificate. Non ci basta, tuttavia, ottenere una dieta che rispetti i vincoli: vogliamo la dieta che minimizza il numero di calorie. Nella casella “Set Target Cell” (Imposta cella obiettivo) indichiamo la cella contenente il calcolo delle calorie totali (K8). Nelle opzioni immediatamente sottostanti è possibile indicare “min” o “max”, a seconda che nel problema in esame siano più interessanti soluzioni con valori minimi (problemi di *minimizzazione*) o massimi (problemi di *massimizzazione*). Il nostro è un problema di *minimizzazione* ...



Possiamo infine premere il pulsante “Solve” (Risolvi) ed osservare cosa succede ...



Il solutore ha modificato il contenuto delle celle C10:F10, ottenendo una dieta che rispetta i vincoli e fornisce meno di 810 calorie!

Possiamo decidere di conservare questa soluzione (“Keep Solver Solution” – “Mantieni la soluzione del risolutore”) oppure ripristinare i valori precedenti all’intervento del solutore (“Restore Original Values”-“Ripristina i valori originali”).

Parte 4: ulteriori raffinamenti

(A) Il paziente non è ancora soddisfatto. Osserva la dieta ed esclama: “Come è possibile misurare 190.3808g di carne ?!?!”.

E' necessario, in questo caso, limitare i valori che possono assumere le variabili *ai soli numeri interi*. Il solutore di Excel è in grado di gestire anche questo tipo di restrizioni: apriamo nuovamente la finestra del solutore, ed aggiungiamo un ulteriore vincolo premendo il tasto “Add” ...

The screenshot shows the Excel Solver Parameters dialog box. The 'Set Target Cell' is \$K\$8. The 'Equal To' is set to 'Min'. The 'By Changing Variable Cells' is \$C\$10:\$F\$10. The 'Subject to the Constraints' list includes:

- \$C\$10:\$F\$10 >= 0
- \$K\$3:\$K\$6 <= \$J\$3:\$J\$6
- \$K\$3:\$K\$6 >= \$I\$3:\$I\$6

Selezioniamo le celle contenenti variabili e, tra la lista di possibili relazioni, selezioniamo “int” (che sta per “valori interi”) ...

The screenshot shows the 'Add Constraint' dialog box. The 'Cell Reference' is C10:F10. The 'Constraint' dropdown is set to 'int'. The spreadsheet background shows a table with columns for food items and their nutrient values.

The screenshot shows the 'Add Constraint' dialog box. The 'Cell Reference' is C10:F10. The 'Constraint' dropdown is set to 'integer'. The spreadsheet background shows a table with columns for food items and their nutrient values.

Nella lista dei vincoli è indicata la nuova impostazione: premiamo il tasto solve per ottenere il nuovo risultato ...

	Pasta	Carne	Fagioli	Cioccolato		Min (g)	Max (g)	Forniti (g)
Proteine	0.10	0.50	0.02	0.20	Proteine	100	150	100.00
Carboidrati	0.70	0.20	0.30	0.10	Carboidrati	100	150	110.22
Grassi	0.10	0.30	0.01	0.20	Grassi	50	70	59.52
Vitamine	0.02	0.01	0.20	0.15	Vitamine	50	100	50.00
Calorie	5.00	4.00	0.20	12.00	Calorie			809.62
Dieta:	0	190.3808	240.481	0				

Solver Parameters

Set Target Cell:

Equal To: Max Min Value of:

By Changing Variable Cells:

Subject to the Constraints:

- = Integer
- >= 0
- <=
- >=

	Pasta	Carne	Fagioli	Cioccolato		Min (g)	Max (g)	Forniti (g)
Proteine	0.10	0.50	0.02	0.20	Proteine	100	150	100.32
Carboidrati	0.70	0.20	0.30	0.10	Carboidrati	100	150	110.50
Grassi	0.10	0.30	0.01	0.20	Grassi	50	70	59.71
Vitamine	0.02	0.01	0.20	0.15	Vitamine	50	100	50.11
Calorie	5.00	4.00	0.20	12.00	Calorie			812.20
Dieta:	0	191	241	0				

Solver Results

Solver found a solution. All constraints and optimality conditions are satisfied.

Keep Solver Solution Restore Original Values

Reports: Answer, Sensitivity, Limits

Una dieta del tutto simile a prima, con quantità al grammo e poche calorie in più.

Fate attenzione: ottimizzare un problema con variabili intere per il solutore è *spesso molto più difficile*, ma le soluzioni ottenute possono essere *molto diverse* da quelle ottenute arrotondando la soluzione frazionaria!

(B) Il paziente continua: “Ma dottore, 191g di carne?!! Arrotondiamo a 2 etti: la mia bilancia misura solo variazioni di 20g!”. L’esperto dietologo sa che 20g in più o in meno possono fare la differenza. Anche in questo caso, il solutore di Excel può essere utilizzato per soddisfare la richiesta del paziente: scegliere una quantità che sia sempre divisibile per 20 è come considerare dei passi da 20, e cercare il numero di passi anziché il valore totale. Prepariamo un intervallo di celle di supporto, che conterrà il numero di passi da 20g, e calcoliamo i pesi nella dieta corrispondenti ai passi selezionati ...

	Pasta	Carne	Fagioli	Cioccolato
Proteine	0.10	0.50	0.02	0.20
Carboidrati	0.70	0.20	0.30	0.10
Grassi	0.10	0.30	0.01	0.20
Vitamine	0.02	0.01	0.20	0.15
Calorie	5.00	4.00	0.20	12.00
Dieta:	=C11*20			
Passi:				

	Pasta	Carne	Fagioli	Cioccolato
Proteine	0.10	0.50	0.02	0.20
Carboidrati	0.70	0.20	0.30	0.10
Grassi	0.10	0.30	0.01	0.20
Vitamine	0.02	0.01	0.20	0.15
Calorie	5.00	4.00	0.20	12.00
Dieta:				
Passi:				

Ora le celle C10:F10 non possono più variare liberamente, ma sono calcolate a partire dalle celle C11:F11, pertanto coloriamo lo sfondo di grigio ...

	Pasta	Carne	Fagioli	Cioccolato
Proteine	0.10	0.50	0.02	0.20
Carboidrati	0.70	0.20	0.30	0.10
Grassi	0.10	0.30	0.01	0.20
Vitamine	0.02	0.01	0.20	0.15
Calorie	5.00	4.00	0.20	12.00
Dieta:	0	0	0	0
Passi:				

Apriamo la finestra del solutore: dobbiamo prima indicare che le variabili non sono più le celle C10:F10, ma le celle C11:F11, e poi modificare il vincolo che impone che le celle C10:F11 assumano valori interi (perchè ora sono le celle C11:F11 a dover assumere valori interi). La seconda operazione può essere effettuata selezionando il vincolo e premendo il tasto “Change” (Cambia) ...

Solver Parameters

Set Target Cell: [Solve] [Close]

Equal To: Max Min Value of: [Close]

By Changing Variable Cells: [Guess] [Options]

Subject to the Constraints:

- [Add] [Change] [Delete] [Reset All] [Help]

Una volta modificato l’intervallo di celle, premiamo il tasto “Ok”, e nella finestra del solutore premiamo il tasto “Solve” ...

Change Constraint

Cell Reference: Constraint: [OK] [Cancel] [Add] [Help]

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1													
2			Pasta	Carne	Fagioli	Cioccolato			Min (g)	Max (g)	Forniti (g)		
3		Proteine	0.10	0.50	0.02	0.20		Proteine	100	150	0.00		
4		Carboidrati	0.70	0.20	0.30	0.10		Carboidrati	100	150	0.00		
5		Grassi	0.10	0.30	0.01	0.20		Grassi	50	70	0.00		
6		Vitamine	0.02	0.01	0.20	0.15		Vitamine	50	100	0.00		
7													
8		Calorie	5.00	4.00	0.20	12.00							
9													
10		Dieta:	0	0	0	0							
11		Passi:	0	0	0	0							

Set Target Cell:	<input type="text" value="\$K\$8"/>	Solve
Equal To:	<input type="radio"/> Max <input type="radio"/> Min <input type="radio"/> Value of: 0	Close
By Changing Cells:	<input type="text" value="\$C\$11:\$F\$11"/>	Guess
Subject to the Constraints:	<input type="text" value="\$C\$10:\$F\$10 >= 0"/> <input type="text" value="\$C\$11:\$F\$11 = integer"/> <input type="text" value="\$K\$3:\$K\$6 <= \$I\$3:\$I\$6"/> <input type="text" value="\$K\$3:\$K\$6 >= \$J\$3:\$J\$6"/>	Add Change Delete Options Reset All Help

Ed ecco la nuova soluzione ...

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1													
2			Pasta	Carne	Fagioli	Cioccolato			Min (g)	Max (g)	Forniti (g)		
3		Proteine	0.10	0.50	0.02	0.20		Proteine	100	150	104.80		
4		Carboidrati	0.70	0.20	0.30	0.10		Carboidrati	100	150	112.00		
5		Grassi	0.10	0.30	0.01	0.20		Grassi	50	70	62.40		
6		Vitamine	0.02	0.01	0.20	0.15		Vitamine	50	100	50.00		
7													
8		Calorie	5.00	4.00	0.20	12.00		Calorie			648.00		
9													
10		Dieta:	0	200	240	0							
11		Passi:	0	10	12	0							

Solver found a solution. All constraints and optimality conditions are satisfied.	Reports
<input checked="" type="radio"/> Keep Solver Solution <input type="radio"/> Restore Original Values	Answer Sensitivity Limits
OK	Cancel
Save Scenario...	Help

(C) Il paziente sembra lasciare lo studio soddisfatto, ma dopo pochi giorni si ripresenta dal medico lamentando: “Non riesco a preparare il cibo tutti i giorni ... però ho trovato delle porzioni di cibo già pronto che potrei utilizzare per la dieta: 50g di pasta, 200g di carne, 220g di fagioli e 30g di cioccolato”. La situazione ora è un po’ diversa: la scelta è se *inserire o non inserire* ogni porzione nella dieta. Si tratta di una scelta *binaria*, perchè la scelta *no / sì* può essere rappresentata con le due cifre *0 / 1* del sistema di numerazione binario. Utilizziamo le celle C11:F11 per contenere queste scelte binarie: *se* il medico decide di inserire la porzione di pasta, *allora* 50g di pasta devono essere inseriti nella dieta; *altrimenti*, nella dieta devono essere inseriti 0g di pasta. La formula da inserire nella cella corrispondente è del tutto simile a prima: $C10 = 50 * C11$; lo stesso vale per la carne: *se* la carne è inserita nella dieta, *allora* la cella D11 deve assumere il valore 200, *altrimenti* la cella D11 deve assumere il valore 0 ...

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2			Pasta	Carne	Fagioli	Cioccolato	
3		Proteine	0.10	0.50	0.02	0.20	
4		Carboidrati	0.70	0.20	0.30	0.10	
5		Grassi	0.10	0.30	0.01	0.20	
6		Vitamine	0.02	0.01	0.20	0.15	
7							
8		Calorie	5.00	4.00	0.20	12.00	
9							
10		Dieta:	0	=D11*200	0	0	
11		Passi:					
12							
13							

Ora apriamo la finestra del solutore, e modifichiamo il vincolo che impone alle celle di assumere valori interi, selezionando la riga corrispondente e premendo il tasto “Change”. Dalla lista di relazioni selezioniamo “bin” ...

The Solver Parameters dialog box is open. The 'Set Target Cell' is '\$K\$8'. The 'Equal To' is set to 'Min'. The 'By Changing Variable Cells' is '\$C\$11:\$F\$11'. The 'Subject to the Constraints' list contains: '\$C\$10:\$F\$10 >= 0', '\$C\$11:\$F\$11 = integer', '\$K\$3:\$K\$6 <= \$L\$3:\$L\$6', and '\$K\$3:\$K\$6 >= \$I\$3:\$I\$6'. The 'Change' button is highlighted.

The Change Constraint dialog box is open. The 'Cell Reference' is '\$C\$11:\$F\$11' and the 'Constraint' is '=integer'. The dropdown menu is open, showing 'int', '<=', '>=', 'int', and 'bin'. The 'bin' option is selected.

Poi, come prima, premiamo il tasto “Solve”, ed ecco la nuova dieta ...

The Solver Parameters dialog box is shown with the 'bin' constraint. Below it, the Solver Results dialog box is open, showing 'Solver found a solution. All constraints and optimality conditions are satisfied.' and 'Keep Solver Solution' is selected. The background spreadsheet shows the updated solution values in green: Proteine (110.40g), Carboidrati (109.00g), Grassi (68.20g), Vitamine (50.50g), and Calorie (1204.00).

Carne, fagioli e cioccolato: il paziente ha guadagnato una porzione di dolce ...