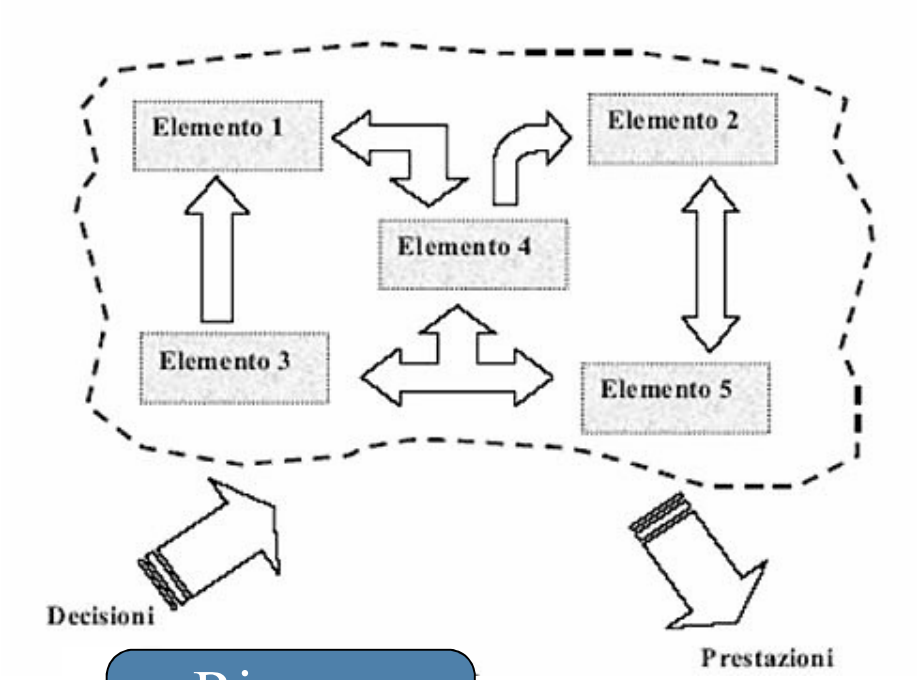
www.or.unimore.it

RICERCA OPERATIVA

UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

Oggetto della Ricerca Operativa



Ricerca Operativa

E' una disciplina che utilizza in maniera combinata e sinergica

Ottimizzazione combinatoria

Cerca un oggetto di valore ottimo in una collezione finita di oggetti

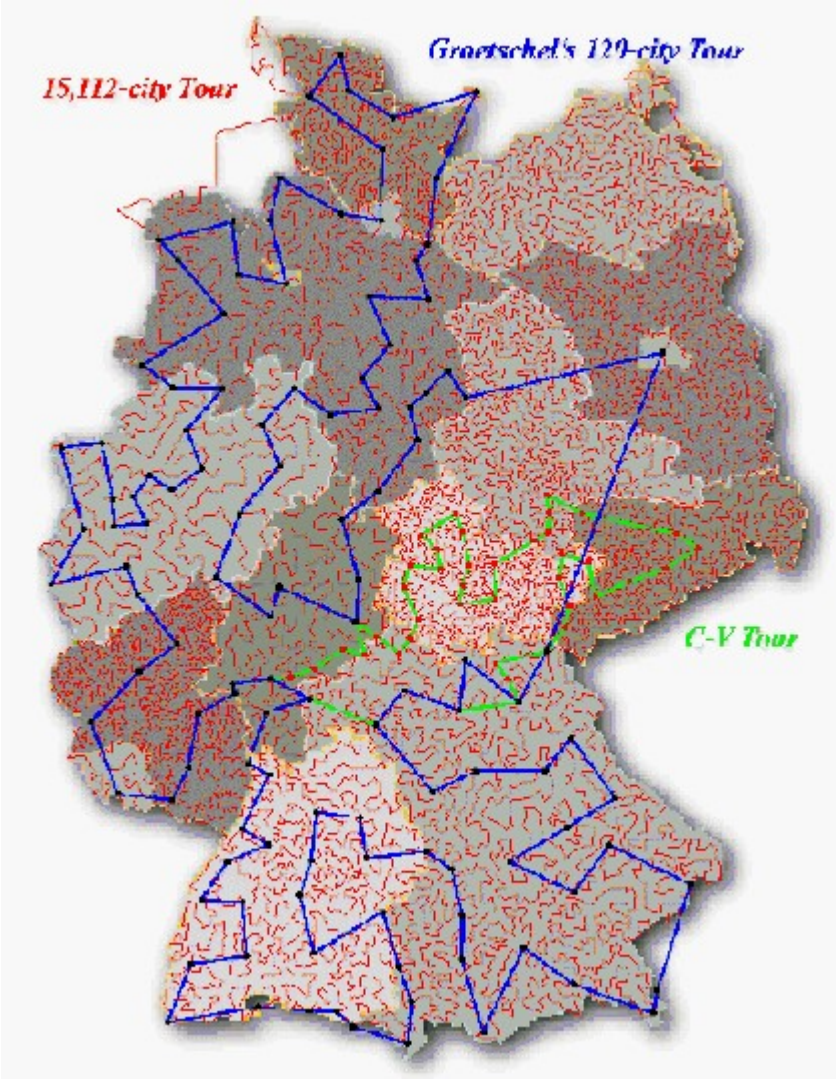
Tipicamente la collezione ha una rappresentazione compatta (un grafo), ma il numero di oggetti è enorme (i circuiti, i matching..)

E' teoricamente possibile enumerare tutti gli oggetti, ma impossibile in pratica (indipendetemente dalla potenza di calcolo impiegata)

Traveling Salesman Problem

Dato un grafo
trovare il circuito di
costo minimo che
tocca tutti i vertici
una ed una sola volta

3 German TSP

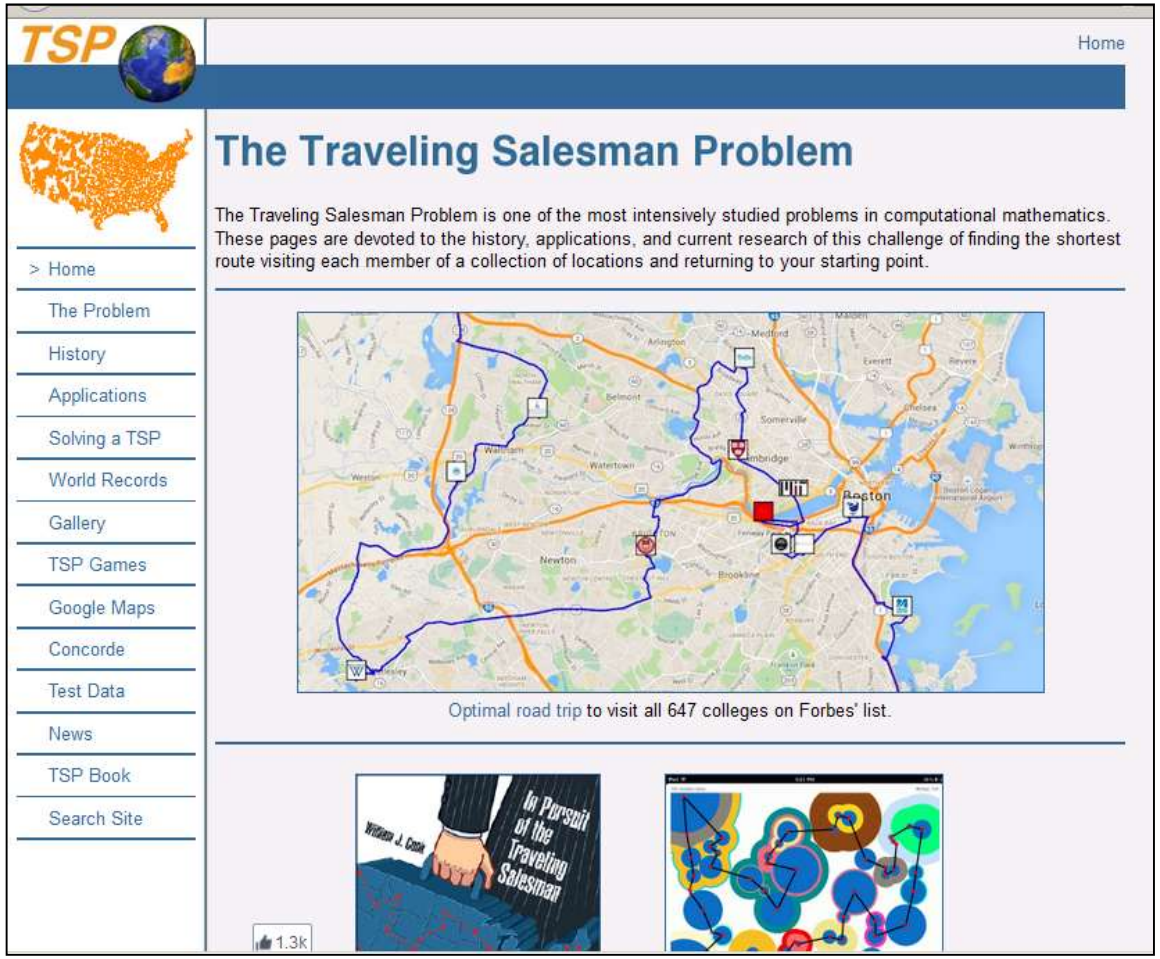


città	anno
45	1960
120	1977
15112	2001

Number of Tours for a 3,038-City TSP

1179738538 7515997567 2260119227 7856391456 0323307555 1203849566 6223857826 1179738538 7515997567 2260119227 7856391456 0323307555 1203849566 6223857826 3070636136 5215602746 9206644453 5541847325 2220130370
7539740447 2752122520 1291614091 2145091403 9732067302 9095006463 8027485889 3957751434 6362958528 3224729785 7733992121 2374426615 2599815480 0036730336 6048625079 0704705660 7432124794301455088 5 6637280030
2968046729 9055826068 3696889832 4578394493 3624357068 8998261561 5191767591 0893074108 2349294385 8238155468 0815656096 6262632631 5157800874 4210580633 3114982327 1001974811 9228310691 5860575143 4948930468
8396994048 8354803731 4276983065 4108963747 3238049816 9107195372 4859275350 5646371655 5367102189 9393738063 4286848780 4356111805 9518212881 9347907702 1377754942 3220491191 6209294407 5167112719 9696381592
7918733362 1823873063 2575153864 1961522657 4794803529 7264286954 3715072093 9202983166 2690899624 8539224903 7764220269 5680242854 2617385198 9185053984 6738298670 4597851284 5098155293 7162985941 5305517622
3839555658 9150095212 8005042061 6150516067 4075113631 2425463386 3282383178 7288856764 2016284679 2115626322 2246583256 0213094662 6809073774 5185050562 9930154116 7848498351 3496888294 5960074432 0935270136
0825499364 7562737506 4501211533 1501232550 4295791699 6118972369 0410343503 6790720497 5885138806 2713821784 7109944375 5755592660 4891325767 2698318269 5305726001 8583929769 5229437406 4140255544 7547356207
8398858174 7523048707 4556995801 1938636499 8023297593 4056492057 5412152578 9027834148 4537064002 7703010787 1766359178 7065282374 7335620743 3371195811 1891997775 9275259959 7298858293 9404092355 9608038026
6782984591 0574407202 6816887612 6679297847 6579561635 2656912599 8508514645 7573420370 9558628096 1774551234 1120558982 8612170133 2810378740 9141069606 3448466398 4811431893 3422570728 3264478137 9605216433
8517528699 0033450472 7803333445 7632203983 1919534878 1770961466 6577766328 2536477497 1533007115 7891112267 6378057868 4786969380 1595948321 0786213185 4208358559 6276299481 9706997996 4846831301 5731803757
9885179761 1641640990 0949747238 5323968461 5656487838 2145501860 0006086772 1511230101 6534642308 1729395684 9714393355 8232045525 2903977332 4715270182 8573355481 4917429133 0436413735 9585907577 6365387951
4653266609 3506855316 4098691101 2624091655 4200419620 2450700030 2143673348 0652686673 6863306775 6880415188 6013223685 1903334020 3502856989 6839602419 6949718977 7363569407 3545175700 3510778109 2475114111
3071038659 0967697946 0819936674 1215930871 6317365383 2857347264 0850437237 4868876874 8203589265 5582789956 8990277197 9694455847 0982024901 1452259530 0650991156 4839105954 0186086255 3325033544 0143696388
7567405937 1491168422 0269250650 6443213344 3462047262 9148229726 0481504546 7879249178 4470426613 7253155617 5932158191 6479159896 9768917999 1102358818 0200442448 6911306561 1756275029 9081111106 9286385429
8835042868 6325785176 0954352879 8043641348 2598825402 1887773477 0855569116 5679431057 4229551930 3684103666 9659154881 6063169517 3545922819 2470456084 7902101506 6352746694 9921643825 1588114204 9211969163
6697747150 4558561834 8070025606 2727837206 7734859183 3839559877 0585045955 5357722828 9061835738 5741316994 1878289932 6870850320 3770235130 9323427446 2192877954 7017768711 7661445171 3353249945 9532847642
2633414209 2854165343 7515774547 8188939951 4631388529 7419856109 4142925717 4757895273 4080921564 9124311623 4660296778 8510661109 4423156421 7579083217 5390846290 5045399723 9618843157 1539802659 2543415273
4820290360 0108076117 6315917227 0158057970 0821463331 9060529853 2397469949 7732122792 9133202121 6171596678 3133109065 8113443367 8497121410 0087692377 6224699854 2087970552 8118871547 9810026425 2484100190
5143284010 6837208909 0720700460 2334053520 0114954183 3246290995 3578385056 5996050555 8928185955 9536082135 1892841779 9685361965 6809830270 1556581799 4838279760 9159151196 6272237281 1405452377 5578634637
4140949581 1698793580 3292610643 7916422644 3024635768 9878697644 1786525814 3578300255 7411494063 0094301164 7027118509 7433608760 1143781804 5552582332 6125630109 2053865088 1560719583 3105774979 8007502403
8371886047 5385192257 7037124506 6680724704 5846660778 4655581892 1242018830 0512254454 8474894571 7252661894 9056206906 0562592005 4603024708 8899424226 4042012936 0179809745 7979881995 8797663321 2571021252
1148187571 7464015645 3506079130 3640052264 3463681091 0805389383 0055102439 1528209525 7400609407 4252975505 2160765200 2192347127 0853776415 0408504854 0688383926 8511702597 0504521188 9999304216 1208884005
1601481280 4179593767 5668191121 1011457570 7899909958 8711248014 3571539201 7573277683 6422489858 9388908569 3428228004 4772806478 5801290060 3011487411 8317215565 6605877801 2035031974 1488362116 9934308722
4583021941 6962402109 1963239989 1906085359 1001348622 7220801855 0438586247 7627818922 6786999700 0725433787 2812110137 9871479641 6678331669 2735447289 5581333914 1264929219 4682277559 5210861824 1934234517
7862962020 7012711410 6216320543 6467984880 3823624135 9757329238 3407084711 4672056155 9055800699 2464858427 5654117980 7715816487 1140957339 7805265754 9367162718 7173050677 9247249288 7610851121 3818828540
9624815386 0097017774 8859769563 0043572623 0980127673 3085140446 6592018118 9913214662 7747518553 4300086445 3443344803 9230411892 3782623928 5683891208 7190697169 1614446919 5075644050 9701293134 2831768420
7577662825 6550026154 3733403867 4963879027 1375398772 4730952618 9815992142 0771106715 0893971514 4827758165 9414868697 0362437695 9740946735 6776105255 6026685550 1886615121 0392990907 7504560775 6958678471
5186545363 3879462590 1521148086 2652170895 7072989426 8784285464 4636351418 5969149282 2646361222 5725843329 5302671981 5251596738 3757045664 0542871990 1891580877 5422300043 5419684821 8177053524 4725280200
3258491294 0006963695 8022808829 7530149907 1008107107 2806416393 8864201387 9942637744 6318776301 6755557577 1738614296 9651500636 5354906486 4799171315 1744321450 3696036288 2350579267 6666244311 2443202024
2017571295 0522168335 1530466367 6727069056 8841118584 3084397251 2161316837 0232782902 1451628504 5580669889 8533177764 7811346673 0164701687 0970192544 6441596087 9195022284 3326764637 9929168750 2983104048
8556116669 8881310995 1790733251 0303010742 1675632532 8490743463 5606282071 5318123388 8222363342 6562283131 3286514609 6589477443 9576005717 5139379603 3208451014 4157123017 6357960316 5492149681 2649929257
9850784968 8431244684 7955132437 8979795976 4272619728 3320691342 2553664444 5045667341 4907371387 5248099896 4421909771 9607785379 9279169578 2721103408 2685183301 1882129336 8475449985 0493838923 2415215053
2081055357 3239842861 3550693731 0499161238 0974267080 6254564258 9387784844 3730510109 0734522466 6059425533 0033334060 2414759957 9676405902 7447288655 1777934442 9141797213 0191840470 5771390342 4253824076
2729408082 8717461432 1632477148 5043950794 4922809033 4817703984 1584333910 5597235809 7774439072 7998720099 3027787422 2616006142 8956780117 2051583935 9894308616 5387209625 1495934559 6646591704 8387926167
1854950354 8232689644 1229872772 6721451727 8797253951 1668506609 6378075891 7020184510 7187423089 9412825541 2425600430 8477638378 2317760136 4277308100 0079749412 1299004567 8544176526 5524541245 8518325879
2285400338 5110740325 7787855398 1663533716 1609667187 5026295181 7946863928 1359796500 3447540766 4598835233 7915473714 4019644270 9161407738 8274526150 0143351543 4663840932 7881648930 6779396542 0185360552
3350917223 6258211091 9365301247 1939332778 0634697978 4290853661 3526837293 2343001897 1493279520 6372157566 5618886076 5285065373 1159854319 2397879991 0852250402 8829766675 5744378819 3210963040 1098722274
2131250060 2837841597 1829194422 1862739126 5603000915 6304081568 5687429362 4366706273 2216211612 6703680552 0736077226 4846737059 4751647866 3955005830 7841819611 3071726775 6179938345 1329876070 3887899996
4497589984 8145796763 5222795468 1601406474 4562177144 3855041002 2145463467 3246571315 9246853310 6313615968 2008457632 1788785989 5264313513 0674528250 4987681047 8283227076 3942397052 0010183719 5489610941
7637673174 2134964985 9636308580 6780563277 5776602221 8663312278 9142933473 3376992984 1272959687 7645286775 0219809057 2419222528 6111215488 0060696397 1661312061 5686978563 4389660115 4375725736 3025547776
8939135853 0277765425 5517969902 8123839426 0254622897 4198694165 8337908390 1434232571 1681879149 3514658977 9632956055 1173080322 3854733428 0686711250 1993455426 2768220240 2600966238 2733139568 3676816633
2830982747 1693519546 7299505508 2688865180 0714588049 7486410477 7120533015 9234527867 7478130912 9070422803 2706730573 8182407194 3344888906 9371617574 6331307032 4096951212 1067083326 4855437098 1637205255
3474522629 1356271592 7453438897 9337571507 0624565136 4735480013 7687461407 4358398558 7626764102 7640702705 1319034987 9634866721 8391982623 1136828370 1629614763 7266386131 8710123706 9597718438 4879254670
3919338110 7945824995 5415950611 5770792310 7200323966 0964957854 6742997022 1388280284 6716925661 5068923056 3997479013 5003479310 1572088467 5684485842 6597339564 6198507453 4508488799 5258505826 1200955513
2939378331 0651661968 0071233660 5700591022 0767852628 6122524922 1507303036 3275319141 8772681409 0007850650 0274874049 0460547110 9424199844 2380619096 5048517097 2358209041 4458378742 4220617177 4158658524
9106500910 8578634773 2992000000 0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 000)00
0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 000)00
0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 000)00
0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 0000000000 000)00
0000000000 0000000000

3038 città → ~ 10 elevato 9000

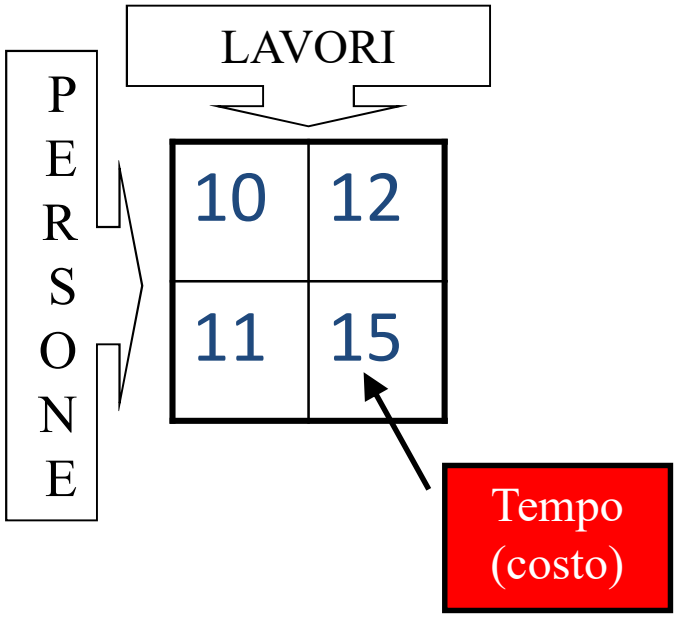


http://www.math.uwaterloo.ca/tsp/

Un semplice problema

Devo fare due lavori e ho due persone

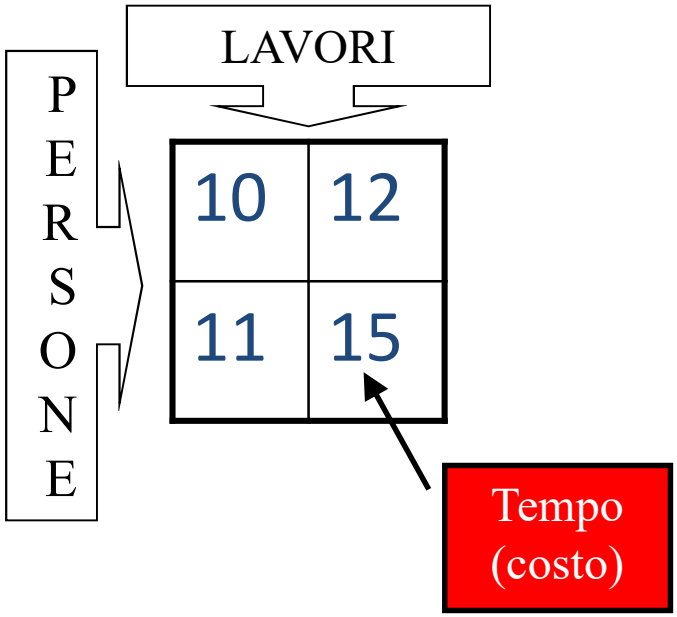
- Un lavoro per persona
- Minimizzo il costo



Un semplice problema

Devo fare due lavori e ho due persone

- Un lavoro per persona
- Minimizzo il costo



Soluzione 1

10	12
11	15

Soluzione 2

10	12
11	15

Un semplice problema

Devo fare **tre** lavori e ho **tre** persone…

9	7	8
5	6	11
12	8	10

Un semplice problema

Devo fare **tre** lavori e ho **tre** persone…

9	7	8
5	6	11
12	8	10

9	7	8
5	6	11
12	8	10

9	7	8
5	6	11
12	8	10

9	7	8
5	6	11
12	8	10

9	7	8
5	6	11
12	8	10

9	7	8
5	6	11
12	8	10

Un semplice problema

n lavoratori → n! soluzioni

HP : Computer odierno calcola 3 x 10^9 soluz./sec

- 15 x 15 ~
- 20 x 20 ~
- 25 x 25 ~
- 26 x 26 ~

Un semplice problema

n lavoratori → n! soluzioni

HP : Computer odierno calcola 3 x 10^9 soluz./sec

- 15 x 15 ~ 7 minuti
- 20 x 20 ~ 25 anni
- 25 x 25 ~ 164 milioni di anni
- 26 x 26 ~ 4.2 miliardi di anni (~ l'età dell'universo)

E se cambio calcolatore?

?

- Un **supercomputer come IBM Blue Gene**:
  - Velocità: ~ 1 Petaflop (10^{15} operazioni al secondo);
  - Processori: 182,000 Opterons, 2.3 GHz;
  - Memoria: 362 TB (Tera byte, 1 TB = 1012 bytes)
  - può esaminare tutte le soluzioni per **n = 20 in circa 10 ore**, ma
  - se **n = 24 a Blue Gene servono 200 anni** (che diventano 84 miliardi di anni, circa 5 volte l'età dell'Universo, per n = 30) per esaminare tutte le soluzioni.
  - Il **numero di atomi sulla Terra** è compreso tra 10^{49} e 10^{50} che è paragonabile al numero di soluzioni del problema dell'Assegnamento per **n = 40** (!!!!)

Pubblicità

Burkard, Dell'Amico, Martello

SIAM: Society for Industrial and Applied Mathematics

- ✓ Teoria
- ✓ Applicazioni
- ✓ Software

Problemi 5.000 x 5.000 risolti in 4 secondi

Risolvere problemi di Ottimizzazione

Studiare il problema e comprenderlo bene in tutte le sue parti (obiettivi, vincoli, etc). A seguire adottare un metodo di risoluzione «idoneo»

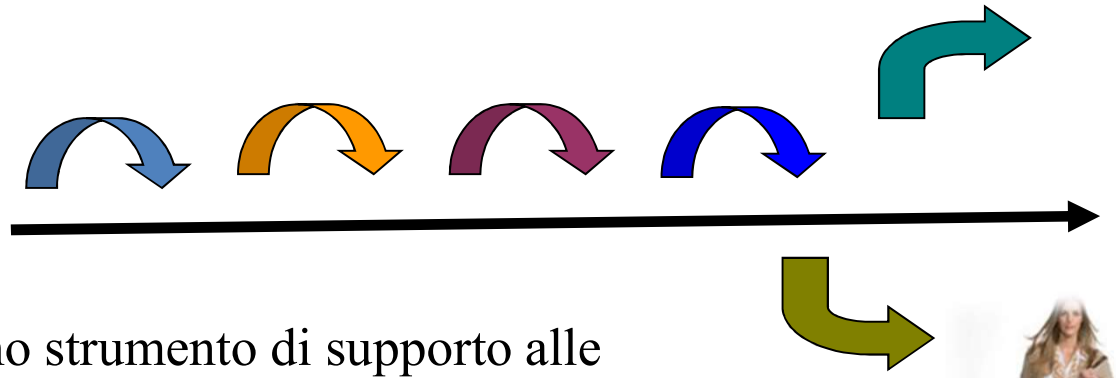
1. Esiste un sistema di ottimizzazione «**verticale**» adatto al problema
2. Non esiste un sw adatto, si scrive un modello matematico e lo si risolve con un programma «**general-purpose**»
3. I sw general-purpose non sono in grado di risolvere il modello matematico: si deve inventare e scrivere un algoritmo «**ad-hoc**»

Pianificazione strategica – l'Azienda

MARELLA

- Produce capi di alta moda attraverso una supply chain articolata e complessa
- La pianificazione deve essere effettuata con largo anticipo e coinvolge un largo numero di fornitori e risorse interne
- L'effetto delle decisioni attuali sul lungo termine non sono immediatamente definibili

Pianificazione strategica – il progetto



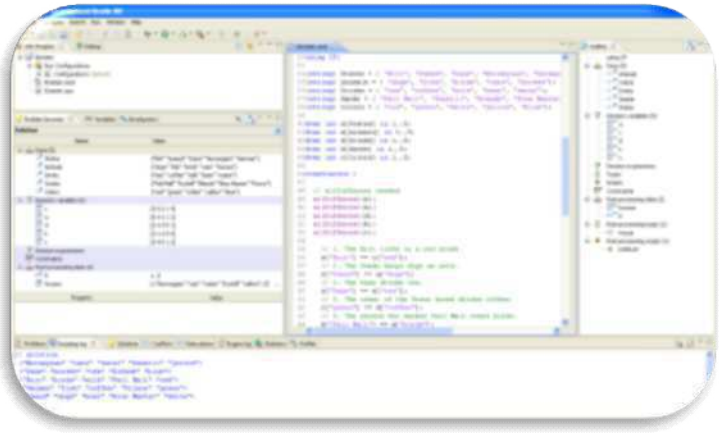
Realizzare uno strumento di supporto alle decisioni in grado di pianificare la produzione

- con un anno di lead time
- migliaia di modelli e varianti di prodotto
- decine di migliaia di capi
- decine di fornitori
- calendari produttivi e vincoli di risorse

Obiettivo : - ottimizzare l'uso risorse nel rispetto dei vincoli di consegna
- verificare l'effetto delle scelte su vari scenari

Pianificazione strategica – la Soluzione

Concept di sviluppo
Algoritmo math-euristico che utilizza sofisticati modelli matematici e metodi di decomposizione sviluppati ad hoc, insieme al tool IBM – Cplex per risolvere i sottoproblemi
L'algoritmo è in grado di identificare ed analizzare soluzioni di alta qualità in 10-15 minuti



Implementazione del sistema
- interfaccia con l'ERP proprietario tramite EDI
- algoritmo utilizzabile run-time ed in batch

Pro: possibilità di produrre analizzare una pianificazione completa con largo anticipo (mesi)

Revisione processo produttivo – l'Azienda

- **Moncler** produce capi di vestiario sportivo di alta gamma
- La produzione avviene prevalentemente in Asia e nell'est Europa, tramite una complessa supply chain
- Moncler, oltre la creazione dei capi, gestisce la logistica e la sincronizzazione della supply-chain e presidia tutti i controlli di qualità.
- Tutti i prodotti e semilavorati passano da un unico magazzino italiano.

Revisione processo produttivo – il Progetto

- **Problema**:
  - analizzare il processo produttivo ed individuare aree di miglioramento
  - definire le esigenze dell'azienda in termini di sistema informatico di gestione della produzione
  - software selection
- Attualmente il processo produttivo risente di impostazioni stratificate negli anni e mai revisionate in maniera organica
- La gestione della supply-chain avviene tramite supporti estemporanei come fogli excel o note ed email

Revisione processo produttivo– la Soluzione

- Mappatura del processo produttivo ed uso di strumenti analitici per individuare arre di miglioramento

- Modellazione del processo ottimizzato
- Specifiche di sistema per la software selection e individuazione KPI di valutazione

		TXT		ATOMOS		CYBERTEC		PLANNET		QUINTIQ	
	Descrizione	*Note*	*Score*	*Note*	*Score*	*Note*	*Score*	*Note*	*Score*	*Note*	*Score*
Prodotto	Completezza suite	Verificata da PS				Si ,ma non per settore fashion		Si ,ma non per settore fashion		Potenzialmente completa	
	Utilizzo GUI	Editing avanzato		Editing limitato		Molto evoluta		Avanzata		Buona	
	Sviluppi previsti	Non si prevedono		Priano di aggiorn.		Prodotto maturo		Nuova release 2013		Aggiornemento	
Requisiti	Nettificazione ordini previsionali	Non verificata direttamente		OK		Non gestito Modello Art. Parte Colore Taglia		Da verificare		implicita nello svil modello	
	Pegging	OK		OK				Separato avanti e indietro		Esiste, ma dipende da modello	
	Forzature/editing/riottimizzazione	Da approfondire		Limitato dal tipo di soluzione algoritm.		Riottimizzazione ok		Da approfondire		Dipende da modello	
	Lotti su laboratori	Da implementare		Da implementare		Da impelmentare		Da implementare		Dipende da modello	
	Prod. Accoppiata/non	Si		No		?		Si		Dipende da modello	
	Presentazione informazione, drill down, aggregazione	Si		Si		Da verificare con cura		Si		Si	
	Comparazione scenari	Permette salvare scenari		Buona		Media		Molto buona		Media	
	Interfacciamento (Stealth 3K)	Fatto		Fatto		Da fare		Da fare		Da fare	
	Algoritmi	Basati su regole, datati		Basati su regole di decomposizione		Basati su regole, efficenti		Basati su regole aggiornati		Molte potenzialità	
	Tempi di elaborazione	Sembrano alti		Ragionevoli		Buoni		Da verificare		Da verificare	
	Reportistica	Ampia		Ampia		Buona, ma non specializzata fashon		Buona, ma non specializzata fashon		Da sviluppare	
Progetto	Giorni uomo progetto	Orientati a		Stima alta		Da verificare con cura		Da verificare con cura		Da verificare con cura	

Trasporti su Bisarca – l'Azienda

- **Mercurio srl** è tra i leader italiani nel trasporto e consegna di autovetture e veicoli commerciali tramite bisarca

- Al momento della vendita da parte del concessionario, Mercurio organizza la spedizione nei tempi previsti

Trasporti su Bisarca – il Progetto

- **Problema**:
  - Caricare 10/12 automobili su ogni bisarca
  - Instradare alcune centinaia di bisarche al giorno
  - Rispettare tempi di consegna e minimizzare costi
- Soluzione implementata dalla compagnia era di tipo **manuale**
- Ottenere un **sistema di supporto alla decisioni** che ottimizzi il processo

Trasporti su Bisarca – la Soluzione

Classificazione vetture

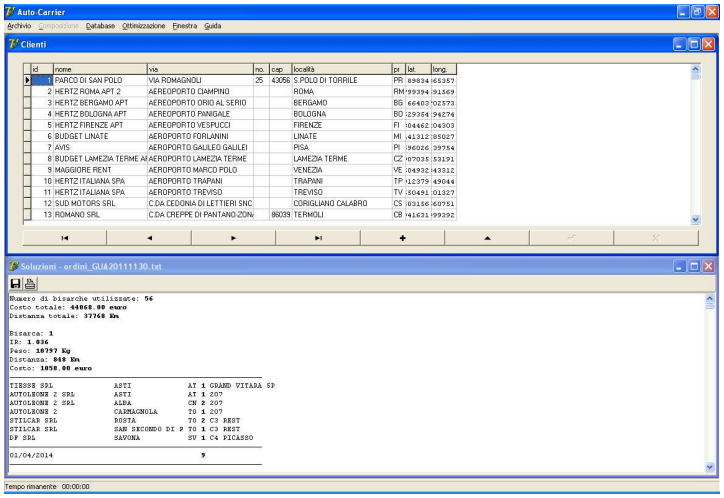
Class 2

- C1
- 107
- Panda
- 500
- Yaris
- ...

Analisi punti di consegna

Implementazione del sistema

- algoritmo che genera milioni di soluzioni in pochi secondi
- interfaccia grafica user-friendly per operatore



Pro: riduzione dei costi e miglioramento del servizio

Construction Logistics – l'Azienda

- **Strabag AG.**
  - Sede direttiva in Austria (Consorziata italiana ha sede in Bologna)
  - Opera nei settori di costruzione di infrastrutture, impianti e ingegneria civile
  - 74.000 impiegati, 14 miliardi € di fatturato nel 2012
- Incaricata della costruzione dell'Autostrada Pedemontana Lombarda

Construction Logistics – il Progetto

Autostrada Pedemontana Lombarda:

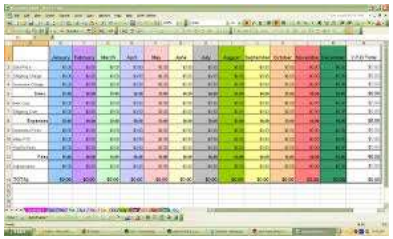
- 87 km tra autostrada (di cui 45 km in galleria) , 20 km tangenziali, 70 km di viabilità locale
- 124 settimane per il completamento

Esigenze:

- Spostare 35 milioni di metri cubi di terra in una delle zone più densamente popolate d'Europa
- Organizzare logistica produttiva in presenza di vari impianti di mix e riciclaggio
- Rispettare vincoli legislativi, ambientali, temporali ed economici, e ottimizzare i costi

Construction Logistics – la Soluzione

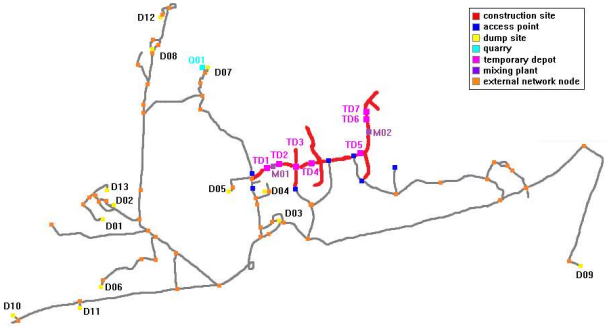
Recupero dati e interfaccia con produzione tramite Google Earth e

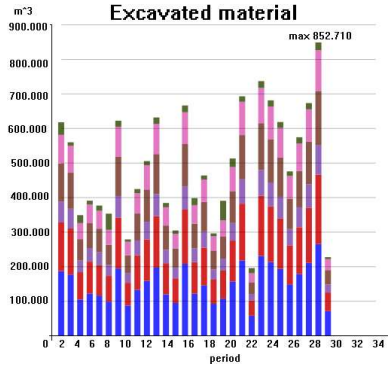


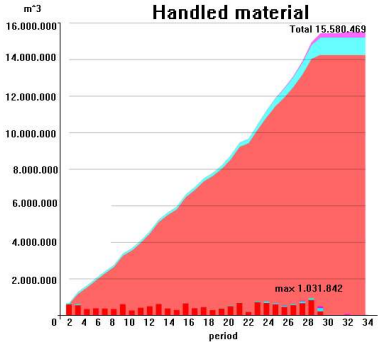
Modellazione tramite programmazione lineare (alcuni milioni di variabili) e risoluzione con software Xpress

$$
\begin{aligned}
\min \quad & \sum_{i\in\bar{\mathcal{O}}}\sum_{j\in\bar{\mathcal{D}}}\sum_{(h,k)\in\bar{\mathcal{A}}} y_{ij}^{hk} & \\
& \sum_{j\in\bar{\mathcal{D}}}\sum_{(i,k)\in\bar{\mathcal{A}}} y_{ij}^{ik} = \sum_{(i,k)\in\bar{\mathcal{A}}} \bar{x}_{ik} & i\in\bar{\mathcal{O}} \\
& \sum_{i\in\bar{\mathcal{O}}}\sum_{(h,j)\in\bar{\mathcal{A}}} y_{ij}^{hj} = \sum_{(h,j)\in\bar{\mathcal{A}}} \bar{x}_{hj} & j\in\bar{\mathcal{D}} \\
& \sum_{(h,v)\in\bar{\mathcal{A}}} y_{ij}^{hv} = \sum_{(v,k)\in\bar{\mathcal{A}}} y_{ij}^{vk} & i\in\bar{\mathcal{O}}, j\in\bar{\mathcal{D}}, v\in\bar{\mathcal{V}} \\
& \sum_{i\in\bar{\mathcal{O}}}\sum_{j\in\bar{\mathcal{D}}} y_{ij}^{hk} \geq \bar{x}_{hk} & (h,k)\in\bar{\mathcal{A}} \\
& y_{ij}^{hk} \geq 0 & i\in\bar{\mathcal{O}}, j\in\bar{\mathcal{D}}, (h,k)\in\bar{\mathcal{A}}.
\end{aligned}
$$

Processamento output con java script d3 e numerose schermate grafiche interattive







Pro: diminuzione dei tempi di risposta a cambiamenti e opportunità

Car Pooling– l'Azienda

- **Coopservice**
  - progettazione, erogazione e gestione di servizi integrati alle imprese e alle comunità
  - 11.600 occupati nel 2012

- Si occupa di
  - pulizia civile, industriale e di ospedali
  - movimentazione merci, logistica e logistica sanitaria
  - manutenzioni e sicurezza

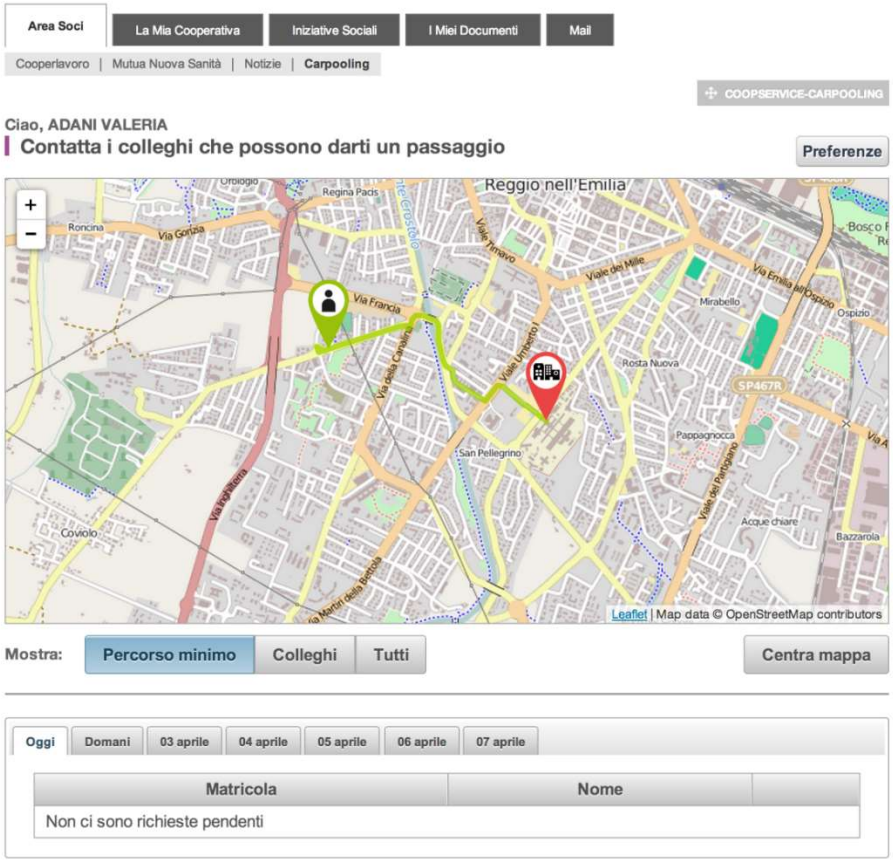
Car Pooling– il Progetto

- Fine:
  - Creazione di un sistema per facilitare la mobilità congiunta dei propri dipendenti
  - Ottenere riduzione dei costi incorsi dal personale per recarsi sul luogo di lavoro
- Criticità:
  - Enorme mole di dipendenti
  - Varie sedi di lavoro
  - Turni in continua evoluzione

- Progetto pilota

Car Pooling– la Soluzione

Sviluppo di algoritmi per la ricerca di percorsi ottimali su rete e “matching” tra utenti



Integrazione in un sistema web in cui gli utenti possono scambiare email, condividere informazioni e organizzare equipaggi

Pro : miglioramento delle condizioni lavorative degli utenti

Progetto rete di distribuzione – l'Azienda

- **Granarolo** è oggi la più importante filiera italiana del latte.

- La rete produttiva e commerciale è crescita negli anni tramite diverse acquisizioni

- Il prodotto più importante è il latte, seguito da burro e formaggi, yoghurt e altri prodotti alimentari

Progetto rete di distribuzione – il Progetto

- **Problema**:
  - 5 piattaforme logistiche sul territorio nazionale
  - 32 transit point per 750 zone della tentata vendita
  - 100 commissionari commerciali che approvvigionano su scala locale
  - 55.000 punti di vendita sul territorio
- Quale è l'assetto ottimale in termini di piattaforme, transit-point, dimensioni, tipologia, zone servite e clienti allocati ?

Progetto rete di distribuzione– la Soluzione

Sviluppo di un modello matematico e di algoritmi per l'ottimizzazione della rete di distribuzione (location and allocation)

Modello di ottimizzazione per analisi strategica

- Qual è il numero ottimale di piattaforme?
- Dove è meglio localizzare le piattaforme?
- Qual è il numero ottimale di transit point?
- Dove è meglio localizzare i transit point?
- Quali aree servire da quali siti?
- Quali prodotti distribuire da quale sito?
- Di quali dimensioni/capacità/tipologia per PTF e TP?
- Utilizzare proprie strutture o commissionari/concessionari?

Rete di teleriscaldamento – l'Azienda

- **IREN** è una delle principali multiutility italiane che opera nel campo del Acqua e Gas, Energia, Igiene ambientale e Teleriscaldamento

- **IREN** possiede 825 chilometri di rete di teleriscaldamento, servendo una popolazione di 750.000 persone. La maggior parte di questa rete è gestita da IREN Energia, società del gruppo.

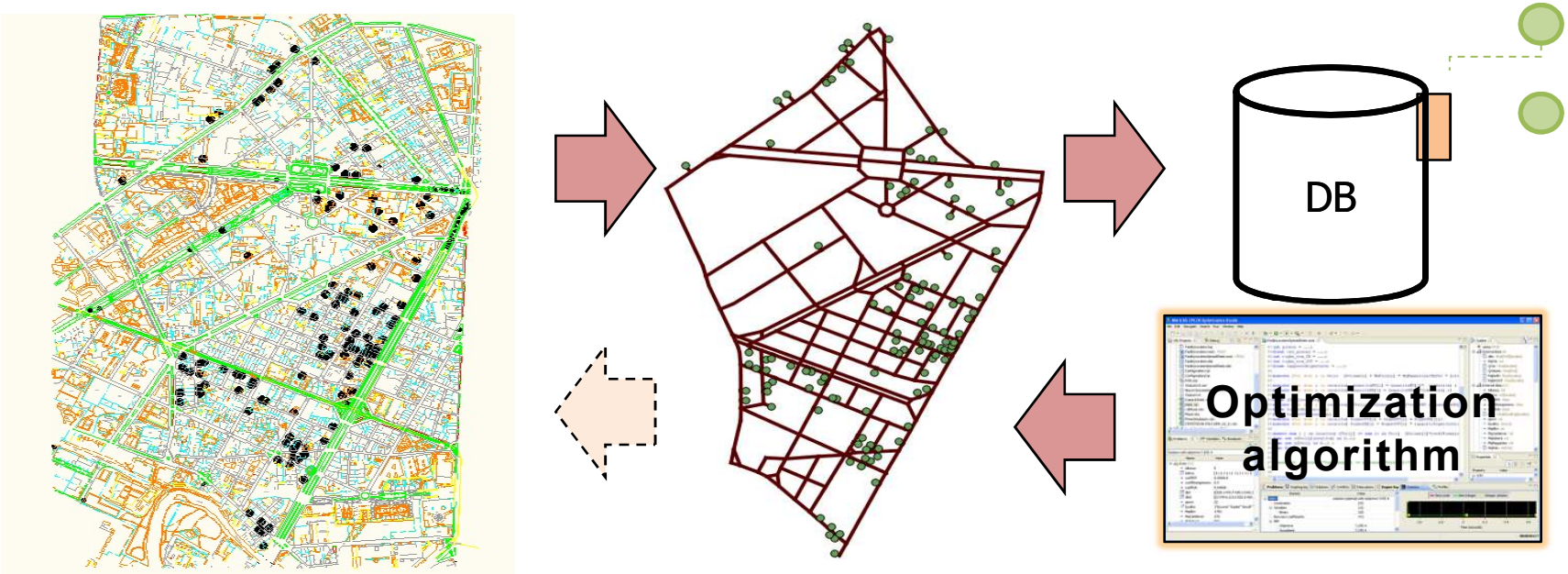
Rete di teleriscaldamento – il Progetto

- **Problema**:
  - Progettare e dimensionare un espansione della rete di teleriscaldamento, noti i clienti potenziali, i costi di costruzione e manutenzione, i costi di gestione e gli oneri finanziari
  - Determinare la scelta ottimale di clienti da «raggiungere»
- Attualmente si eseguono simulazioni a mano su scenari che indicano diverse scelte di clienti da allacciare, una rete di tentativo e stime approssimate dei costi

Rete di teleriscaldamento – la Soluzione

Progetto di un prototipo di Decision Support System per l'analisi strategica integrata dell'espansione della rete

AutoCAD
roads and potential customers

GIS (Shapefile)

Internal DB