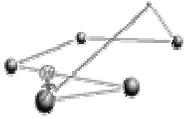


OTTIMIZZARE per competere

***Emanuele Papini
Business Developer
AntOptima SA***

Transpotec Logitec 2006, Fiera Milano

AntOptima
we speed up your business

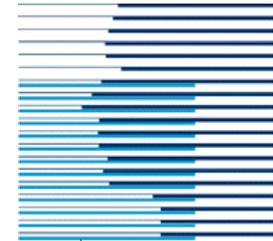


Dalla ricerca...

Università della Svizzera Italiana

Scuola Universitaria Professionale
della Svizzera Italiana

IDSIA
Istituto Dalle Molle di Studi
sull'Intelligenza Artificiale



Istituto di Ricerca in Informatica Avanzata

che opera in Ticino dal 1988 con 30 ricercatori e si occupa di:



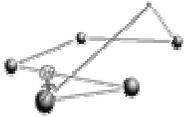
Ricerca di base (Fondo Nazionale Svizzero)

- Ottimizzazione
- Apprendimento automatico
- Algoritmi adattivi bio-ispirati
- Reti neurali artificiali
- Business Week: tra i migliori
10 istituti AI al mondo



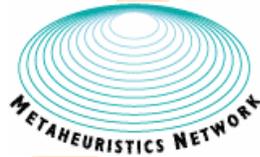
Ricerca applicata (CTI, Commissione Europea, Privati)

- Ottimizzazione dei trasporti
- Ottimizzazione della produzione
- Data Mining
- Sistemi di simulazione



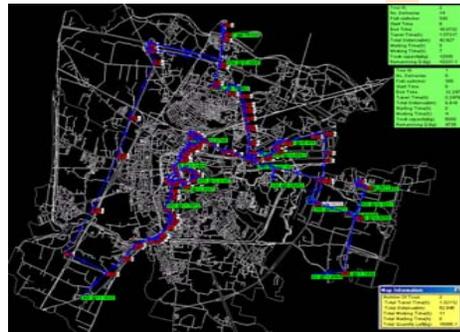
Dalla ricerca...

PROGETTI IDSIA



Progetti Europei/CTI

dove si verificano continuamente le idee e si realizzano prototipi



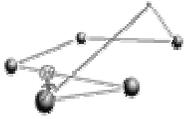
Padova, Roma, Ferrara

*ottimizzazione
distribuzione merci
in ambito urbano*

La Spezia



ottimizzazione carico/scarico delle navi

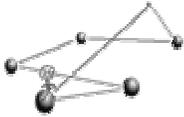


... al mercato



è una spin-off company che nasce nel 2001 dalla cooperazione tra un gruppo di manager e una rete internazionale di ricercatori

AntOptima si pone quale interfaccia tra la ricerca di punta e la realtà produttiva, mettendo a disposizione delle aziende tecnologie e idee innovative per la soluzione di problemi di ottimizzazione



... al mercato



Collaborazioni Internazionali AntOptima

Metaheuristics Network (2000 - 2004)

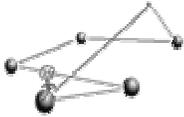


Progetto della Comunità Europea (HPRN-CT-1999-00106) che aveva lo scopo di migliorare la comprensione delle tecniche metaeuristiche e di studiare nuovi ambiti di sviluppo e di applicazione di queste tecniche

SEAMLESS (2005 - 2008)

Progetto della Comunità Europea (UE FP6) che ha lo scopo di generare una struttura integrata di modelli informatici da utilizzare per la valutazione dell'impatto di future politiche agricole ed ambientali sullo sviluppo sostenibile in Europa





Concetti generali

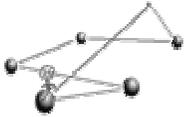
Definizioni generali sul VRP

Il problema noto come VRP 'Vehicle Routing Problem' è stato proposto nel 1959 da Dantzig e Ramser.

In letteratura VRP è il nome generico con cui ci si riferisce ad un'intera classe di problemi inerenti alla visita di "clienti" da parte di "veicoli".

La declinazione di questi problemi si suddivide in:

- ④ **CVRP – VRP con vincoli di capacità**
- ④ **VRP con vincoli di lunghezza dei route**
- ④ **VRP con Time Windows**
- ④ **VRP con Pickup and Delivery**
- ④ **VRP con Backhauls**



Le dimensioni del trasporto

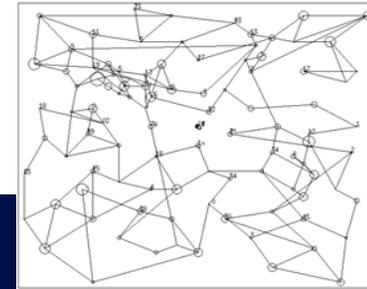


Flotta

- Veicoli non omogenei
- Costi mezzi propri/non, tariffe
- Autisti
- Limiti tempo

Clienti

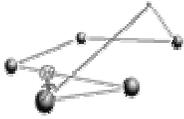
- Esigenze
- Finestre temporali
- Pick-up and delivery
- Vincoli di accessibilità



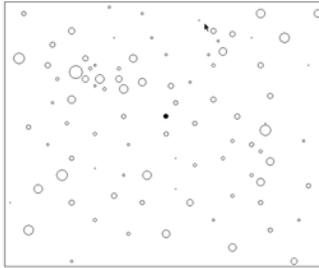
Rete Stradale

- Tempi di percorrenza
- Limitazione sul totale km.
- Depositi, numero, posizione





Quale risorsa utilizzare per ridurre i costi?



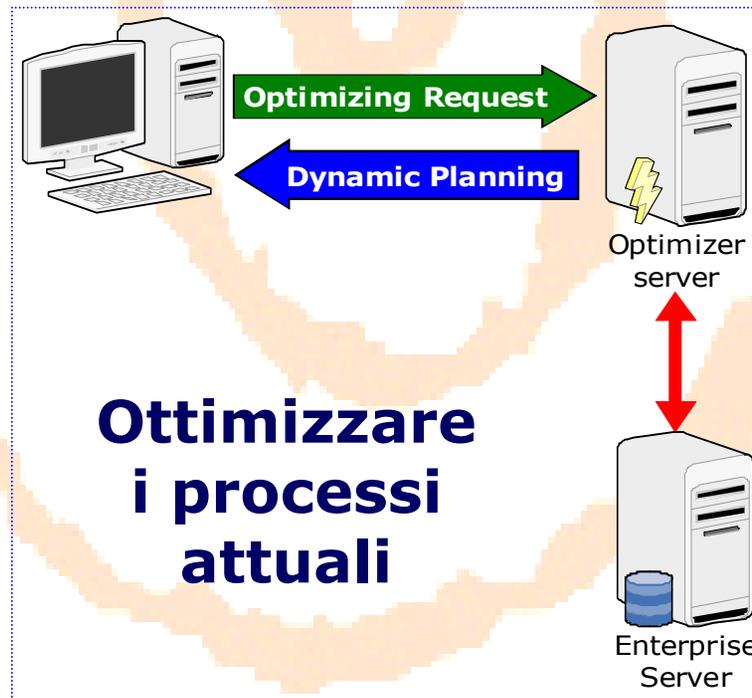
Clienti?

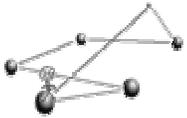


Flotta?



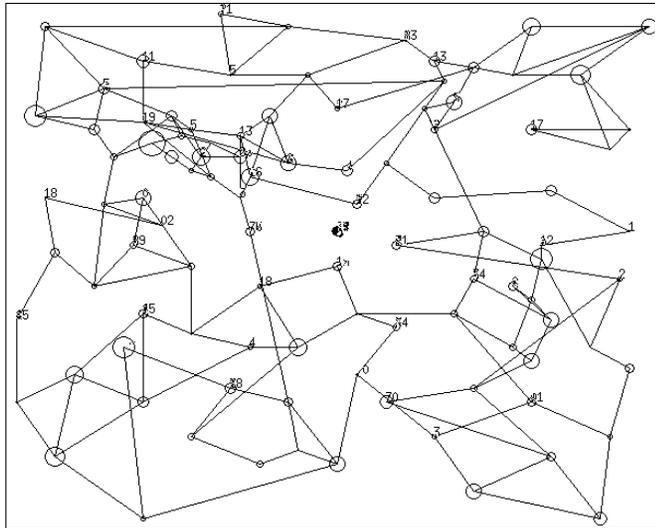
Rete stradale?



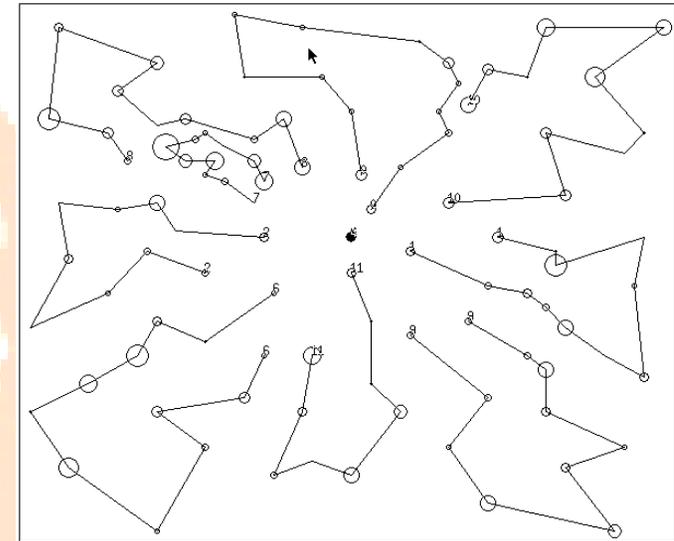


Ottimizzazione: dall'efficacia all'efficienza

Da Efficacia:



A Efficienza:

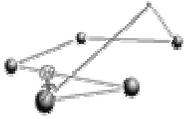


PER:

- Minimizzare distanza/tempo
- Minimizzare il numero di mezzi
- Massimizzare il riempimento
- Bilanciare il carico della flotta

QUINDI:

- Aumentare l'efficienza
- Ridurre i costi



"We speed up your business"

Ottimizzare riduce i mezzi circolanti con grande impatto anche per la viabilità e per l'ambiente

Ottimizzare riduce i costi per le aziende

Integrare i sistemi nel processo operativo in modo non invasivo

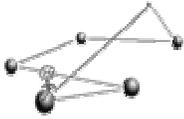
Inapplicabilità metodologie di calcolo tradizionali

Prendere spunto dai risultati del mondo scientifico nei centri di eccellenza mondiali

Realizzare sistemi veloci, reattivi, robusti, intelligenti

**GESTIONE
PROCESSI**

**DA TRADIZIONALE
A OTTIMIZZATA**

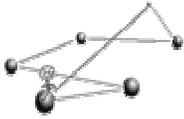


Inapplicabilità metodi di calcolo tradizionali

Non è proponibile valutare tutte le possibili combinazioni tra veicoli e clienti perchè il numero di soluzioni cresce come la funzione 2^n

Clients	N. Soluzioni
2	4
4	16
8	256
16	65'536
32	4.29.E+09
64	1.84.E+19
128	3.40.E+38
256	1.16.E+77
512	1.34.E+154
1'024	1.79E+308

Tempo	Numero di Operazioni		Clients
1sec	1'000'000'000'000	1.00.E+12	40
1hour	60'000'000'000'000	6.00.E+13	46
1day	3'600'000'000'000'000	3.60.E+15	52
1year	1'281'600'000'000'000'000	1.28.E+18	60
100 years	128'160'000'000'000'000'000	1.28.E+20	67
1000 years	1'281'600'000'000'000'000'000	1.28.E+21	70

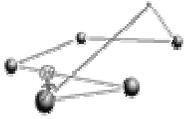


Inapplicabilità metodi di calcolo tradizionali

Non è proponibile valutare tutte le possibili combinazioni tra veicoli e clienti perchè il numero di soluzioni cresce come la funzione 2^n

Clients	N. Soluzioni
2	4
4	16
8	256
16	65'536
32	4.29.E+09
64	1.84.E+19
128	3.40.E+38
256	1.16.E+77
512	1.34.E+154
1'024	1.79E+308

Tempo	N. di operazioni, 1000 piu' veloce	Clients
1sec	1'000'000'000'000'000	50
1hour	60'000'000'000'000'000	56
1day	3'600'000'000'000'000'000	62
1year	1'281'600'000'000'000'000'000	70
100 years	128'160'000'000'000'000'000'000	77
1000 years	1'281'600'000'000'000'000'000'000	80



Metodi euristici - metaeuristici

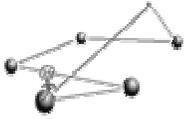
Approccio classico:

- ⊙ Gestisce i problemi
- ⊙ Esamina poche soluzioni con tempi di elaborazione elevati
- ⊙ Risultati poco efficienti
- ⊙ Scarsa flessibilità
- ⊙ Scarso coordinamento tra processi
- ⊙ Difficile integrazione con il processo operativo aziendale

La ricerca scientifica affronta questa complessità ispirandosi al comportamento dei sistemi naturali, combinando idee da diversi campi: biologia, informatica, ricerca operativa ed intelligenza artificiale.

Approccio scientifico-costruttivo:

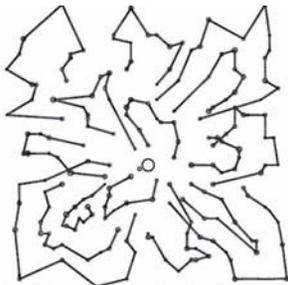
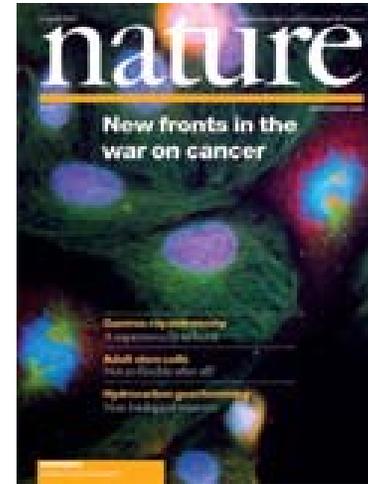
- ⊙ Ottimizza invece di gestire
- ⊙ Valuta milioni di combinazioni in pochissimi secondi e sceglie la soluzione ottimale
- ⊙ Efficaci ed efficienti nel calcolo
- ⊙ Robusti e flessibili al cambiamento di determinate condizioni
- ⊙ Sono sistemi intelligenti che imparano dall'esperienza migliorando continuamente le soluzioni trovate
- ⊙ Consente una "regia" tra le diverse attività
- ⊙ Facilmente integrabili nel processo operativo aziendale



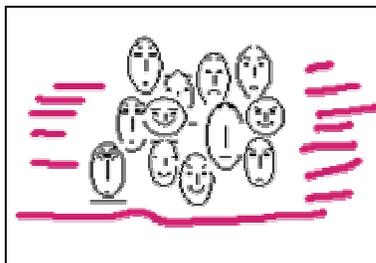
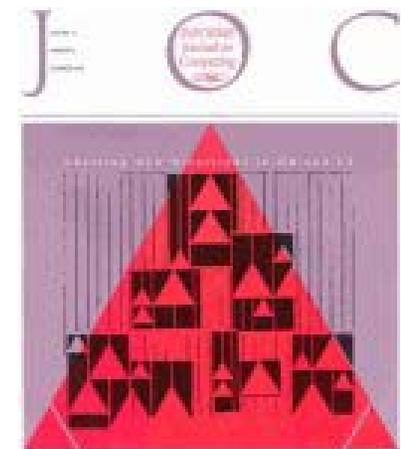
Algoritmo applicato: Ant Colony Optimization



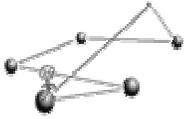
**Creazione
1997**



**Confronto su
problemi di
benchmark
1998**



**Reviewers
internazionali
ne confermano
la validità
1999**



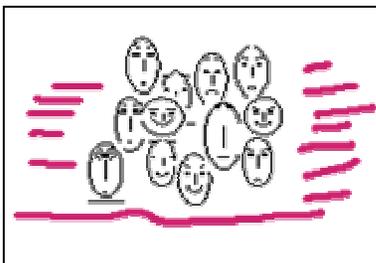
Algoritmo applicato: Ant Colony Optimization



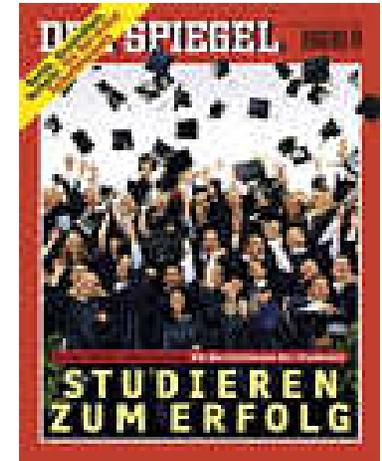
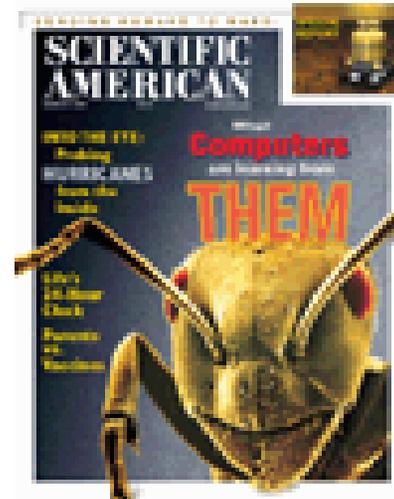
**Creazione
1997**



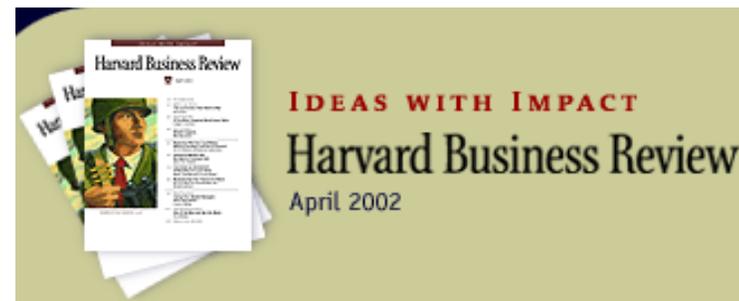
**Confronto su
problemi di
benchmark
1998**

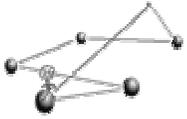


**Reviewers
internazionali
ne confermano
la validità
1999**



The New York Times
ON THE WEB





Ant Colony Optimization – l'idea

Adozione di un motore di ottimizzazione basato su un algoritmo metaeuristico, certificato a livello internazionale:

Ant Colony Optimization (ACO)

Dalle ricerche in biologia (Goss, 1989)



Fig.1



Fig.2



Fig.3



Fig.4



Fig.5



Fig.6

Inizialmente, la ricerca del cibo avviene esplorando casualmente i dintorni del nido (fig.1).

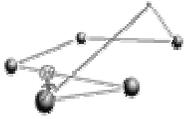
Una volta trovato il cibo le formiche comunicano il proprio percorso alle altre formiche lasciando sul terreno una sostanza chimica che si chiama feromone (fig.2).

Le formiche "annusano" il feromone e hanno la tendenza a scegliere il percorso con la maggior concentrazione di feromone (fig.3).

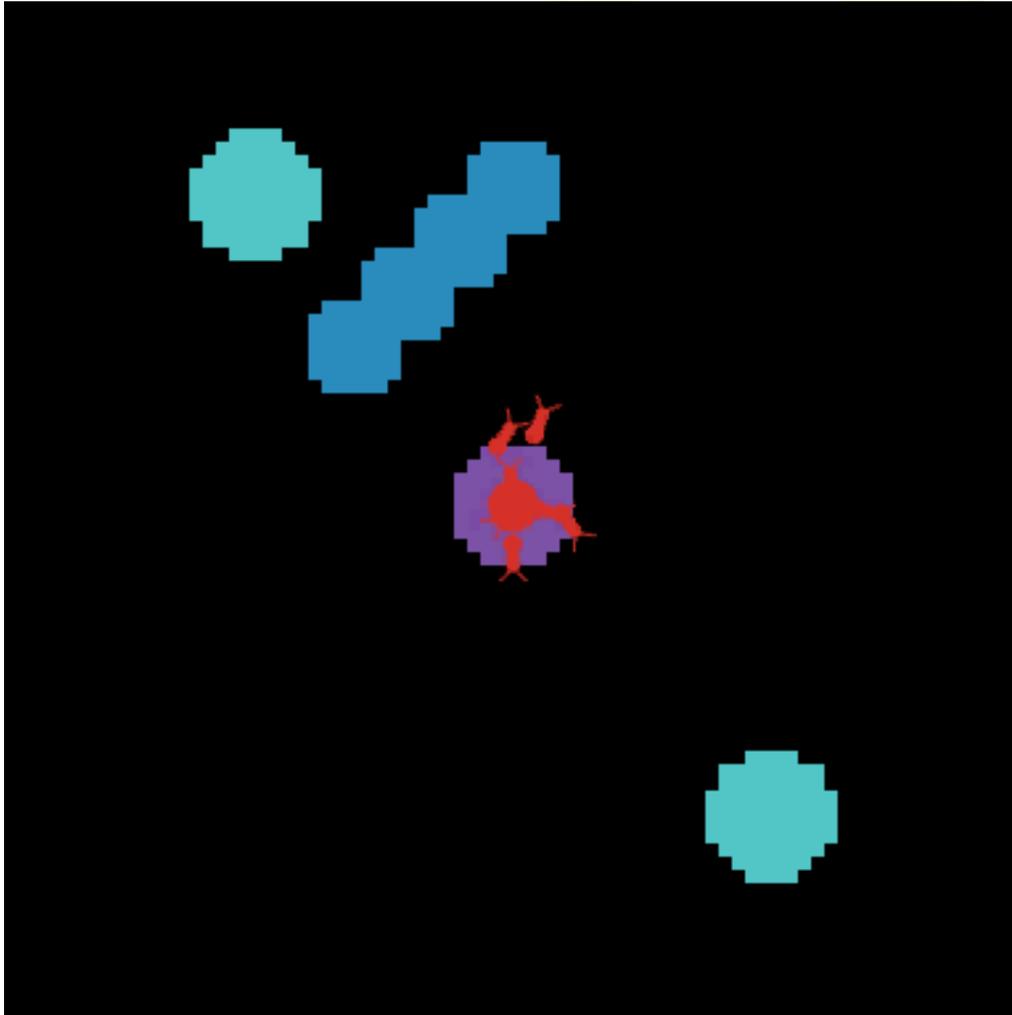
Altre formiche utilizzano il feromone per trovare la fonte di cibo (fig.4).

Se il sistema viene interrotto (fig.5). le formiche sono in grado di adattarsi alla nuova situazione scoprendo il nuovo percorso più corto (fig.6).

Le formiche seguendo semplici regole eseguono compiti complessi mostrando flessibilità, robustezza e auto-organizzazione.



Ant Colony Optimization – l'idea



Formica rossa = ricerca cibo

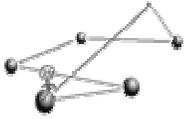
Formica gialla = ha trovato il cibo e lo sta portando al nido

Scia bianca = traccia di feromone

Punto viola = nido

Punto azzurro = cibo

Punto blu = ostacolo



Ant Colony Optimization – l'applicazione



Colonia

Flotta



Cibo

Merce



Nido

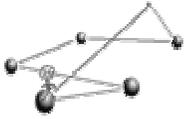
Deposito



Feromone

Percorso
Ottimizzato





AntRoute – la soluzione

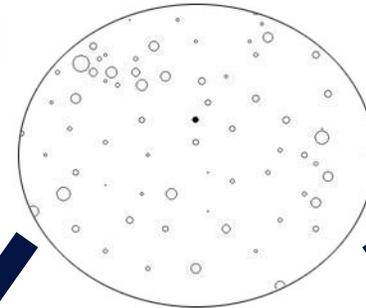
AntRoute

il nuovo prodotto
basato su
Ant Colony Optimization

Attualmente migliore
algoritmo conosciuto,
molto veloce, 16 nuovi
risultati migliorati.

MACS-VRPTW:
Multiple Ant Colony System for
Vehicle Routing Problems with
Time Windows

Clienti

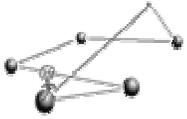


Flotta



Rete Stradale

Antoptima
we speed up your business



Orizzonti di pianificazione



**Livello
Esecutivo**

**Ottimizzazione giornaliera dei percorsi
di distribuzione della merce**

**Livello
Tattico**

**Domanda di
trasporto**

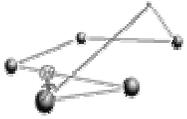
Previsione e
Pianificazione della
domanda

**Pianificazione
rete**

Pianificazione dei trasporti
(rotte e veicoli)

**Livello
Strategico**

Scenari di simulazione e Pianificazione



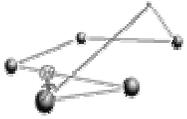
Caratteristiche di AntRoute



Ogni giorno l'Azienda coordina sul territorio nazionale il "traffico" dei propri automezzi secondo due fasi distinte:

Fase primaria: permette alle merci di confluire dalla zona di origine alla zona finale di distribuzione utilizzando esclusivamente mezzi più grandi (quando è possibile e conveniente il cliente finale viene servito direttamente dal mezzo altrimenti le merci vengono raccolte in centri logistici locali)

Fase secondaria: presso i centri logistici locali avviene la rottura di carico e la merce viene compattata e ridistribuita localmente (ad es. GDO e piccoli negozi del Dettaglio Tradizionale) attraverso un insieme di mezzi più piccoli



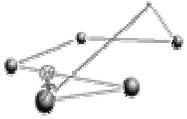
Caratteristiche di AntRoute



Ogni *viaggio* deve soddisfare determinati vincoli

Vincoli associati al cliente:

- ④ Quantità di merce (*domanda*), di uno o più tipi, che deve essere recapitata o raccolta
- ④ Periodo del giorno (*time window*) durante il quale può o deve avvenire il servizio, per esempio legato a orari di apertura particolari o ad esigenze di disponibilità
- ④ Tempo necessario per consegnare o raccogliere la merce, eventualmente in dipendenza dal tipo di veicolo
- ④ Sottoinsieme dei veicoli che possono essere usati per servirlo, ristretti, ad esempio, a causa di problemi logistici o di accessibilità

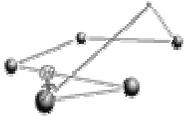


Caratteristiche di AntRoute



Vincoli associati al veicolo:

- ② Deposito di partenza, al quale il veicolo può essere obbligato o meno a ritornare al termine del viaggio
- ② Capacità del veicolo espressa in pallet, roll, volume o peso (flotta omogenea/non omogenea)
- ② Caratteristiche del veicolo: sponda idraulica, container refrigerato, ecc.
- ② Aree geografiche servibili dal veicolo
- ② Costo associato all'utilizzo del veicolo
- ② I veicoli sono condotti da autisti: possono essere presenti vincoli sulle modalità di lavoro



Criteri di ottimizzazione



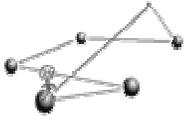
L'ottimizzazione automatica dei percorsi di distribuzione della merce e la schedulazione dei veicoli più appropriati è basata su:

Diversi tipi di viaggio

- Ⓢ Tipologia di trasporto (primario, secondario)
- Ⓢ Più tratte all'interno dello stesso viaggio (pick-up & delivery multipli)

Vincoli

- Ⓢ Orari di apertura/chiusura del punto di carico/scarico
- Ⓢ Capacità, disponibilità e compatibilità del veicolo
- Ⓢ Vincoli di accessibilità
- Ⓢ Finestre temporali di consegna
- Ⓢ Costi di trasporto e penalità per consegna prematura o ritardata



KPI (Key Performance Indicators)



Indicatori di Tempo



- Ⓢ Puntualità delle consegne (# di ordini evasi completamente e puntualmente sul # di ordini da evadere)
- Ⓢ Tempo di consegna

Indicatori di Costo



- Ⓢ Numero di mezzi impiegati
- Ⓢ Numero di Km percorsi
- Ⓢ Costo del viaggio

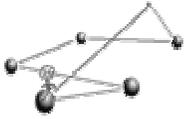
Indicatori di Qualità



- Ⓢ Percentuale di saturazione del mezzo
- Ⓢ Efficienza (riempimento del mezzo ponderato sui km percorsi)

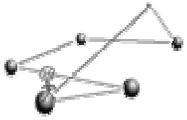
***Il caso
Number1
Logistics Group***





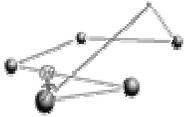
Profilo della società





Profilo della società





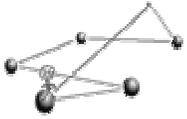
Profilo della società



Operatore logistico leader italiano nel campo del grocery:

- ④ Sede Centrale a Parma
- ④ 18 magazzini centrali
- ④ 18 piattaforme regionali dirette
- ④ 520.000 m² di superficie coperta
- ④ 2.600 automezzi
- ④ 250.000.000 di km percorsi in un anno
- ④ 2.500.000 consegne in un anno per un totale di circa 2.100.000 tonnellate di merce
- ④ 110.000 clienti serviti



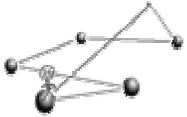


Il problema: definizione e descrizione



Vincoli associati al processo

- ⌚ Numero massimo di ritiri e/o consegne che ogni mezzo può effettuare
- ⌚ Distanza massima tra due prese consecutive e tra due consegne consecutive
- ⌚ Regionalizzazione dei punti di presa e di consegna



Il problema: criticità e priorità

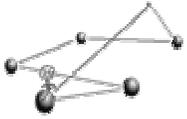


L'investimento in questo progetto era molto critico e aveva una priorità elevata per l'esigenza da parte di Number1 di formalizzare il proprio processo distributivo e ridurre l'incidenza dei costi del trasporto.

Progetto Syncro: razionalizzazione dei flussi all'interno della filiera

Entità organizzative coinvolte: il team di pianificazione dei trasporti primari e i sistemi informativi

Commitment aziendale: elevato coinvolgimento a partire dall'Amministratore Delegato, Management aziendale, IT e Logistica



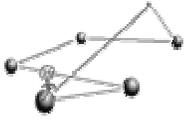
La soluzione



Number1 ha scelto AntOptima per l'automatizzazione della fase di creazione viaggi e per l'ottimizzazione dei flussi e dei percorsi logistici delle merci della **fase primaria di distribuzione**:

- **Da 700 a 1.000 veicoli al giorno:**
40% dei semirimorchi di proprietà
60% dei trasportatori primari costituito da padroncini che collaborano con NUMBER1 da più di 10 anni
- **Da 3.000 a 4.000 ordini giornalieri**
- **Punti di partenza multipli (pick-up & delivery)**
- **Timing: A-B; A-C.**

Partendo da alcune informazioni iniziali, AntRoute è in grado in pochi minuti di ottimizzare migliaia di ordini di pick-up & delivery a seconda delle esigenze e dei bisogni specifici di Number1, rispettando i vincoli del processo.

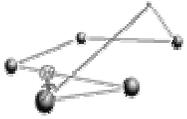


Progettazione dei requirements



AntRoute è stato parametrizzato e personalizzato alla realtà operativa di Number1 attraverso diverse metodologie:

- ④ Analisi dei dati storici dai quali viene estratto il maggior numero di informazioni
- ④ Interviste con il reparto operativo
- ④ Osservazione della fase operativa
- ④ Interviste con i manager
- ④ Valutazione di scenari
- ④ Test di ottimizzazione con strumenti innovativi



Metodologia di valutazione



Input:

- Ⓢ Flotta di veicoli omogenei
- Ⓢ Ordini da gestire
- Ⓢ Nodi coinvolti
- Ⓢ Time windows
- Ⓢ Aree di distribuzione
- Ⓢ Matrici dei dati stradali (tempi/Km)
- Ⓢ Vincoli specifici aziendali

Output:

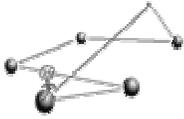
- Ⓢ Pianificazione ottimizzata dei viaggi e dei percorsi
- Ⓢ Organizzazione strategie per pick-up & delivery
- Ⓢ Scenari di simulazione alternativi

Funzione Obiettivo:

Massimizzazione dell'efficienza media dei viaggi

(riempimento del mezzo ponderato sui km percorsi)

Questo comporta, come effetto, la minimizzazione del numero di viaggi e dei km totali percorsi

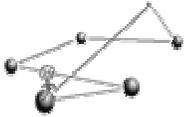


Approccio progettuale: timing



Studio di fattibilità

L'obiettivo dello studio è dimostrare come l'utilizzo di AntRoute consenta di aumentare l'efficienza aziendale e di generare saving a breve.

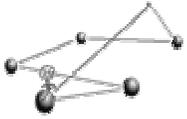


Approccio progettuale: timing



Progetto AntRoute

Sviluppo, personalizzazione di AntRoute in base agli obiettivi e alle esigenze specifiche dell'azienda e integrazione di AntRoute all'interno della mappa applicativa ICT dell'azienda.

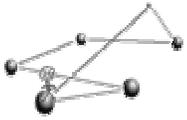


Approccio progettuale: timing

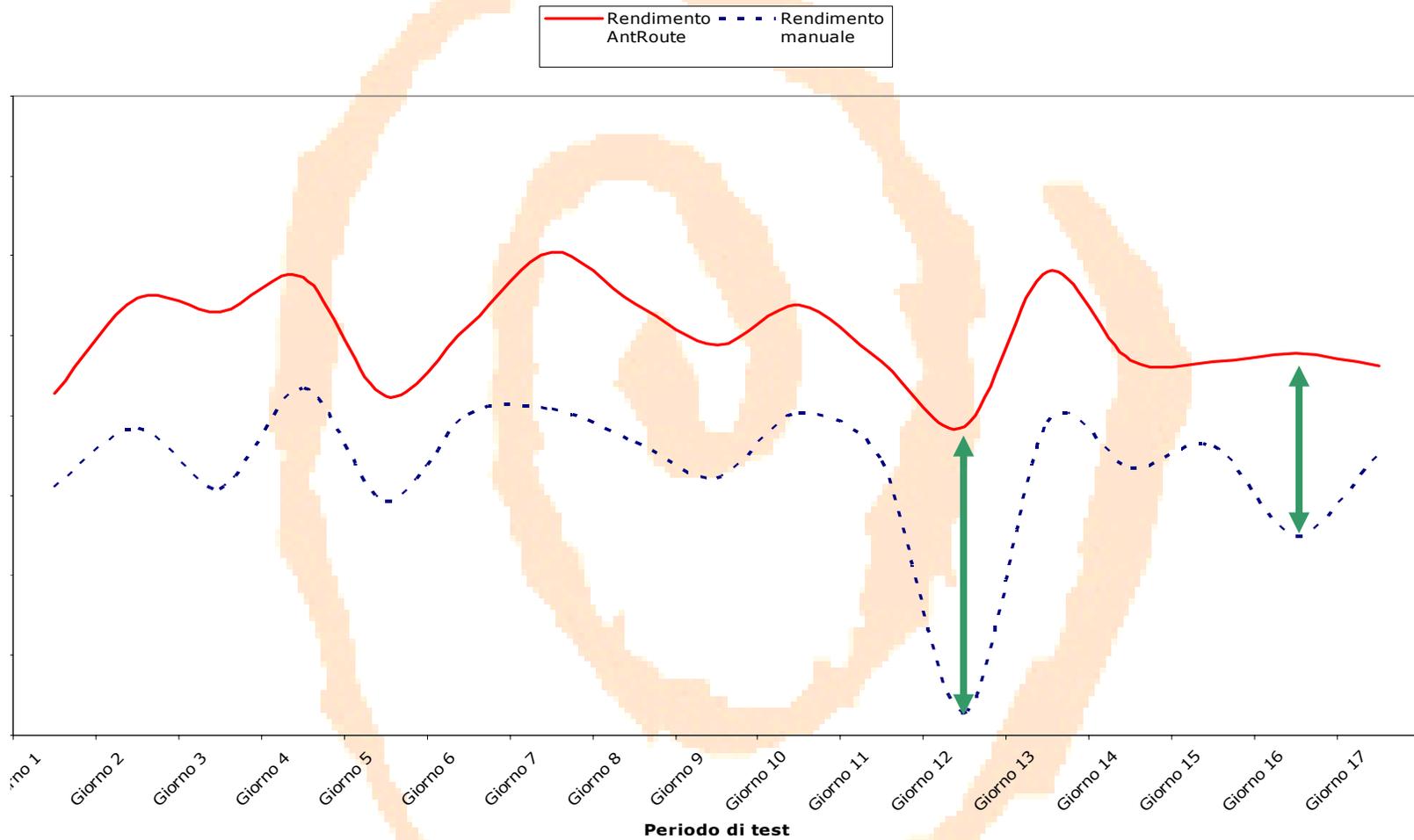


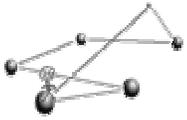
Assistenza post-vendita:

- Ⓜ Manutenzione ordinaria
- Ⓜ Manutenzione perfetta
- Ⓜ Nuove release
- Ⓜ Consulenza per utilizzo strategico di AntRoute come DSS

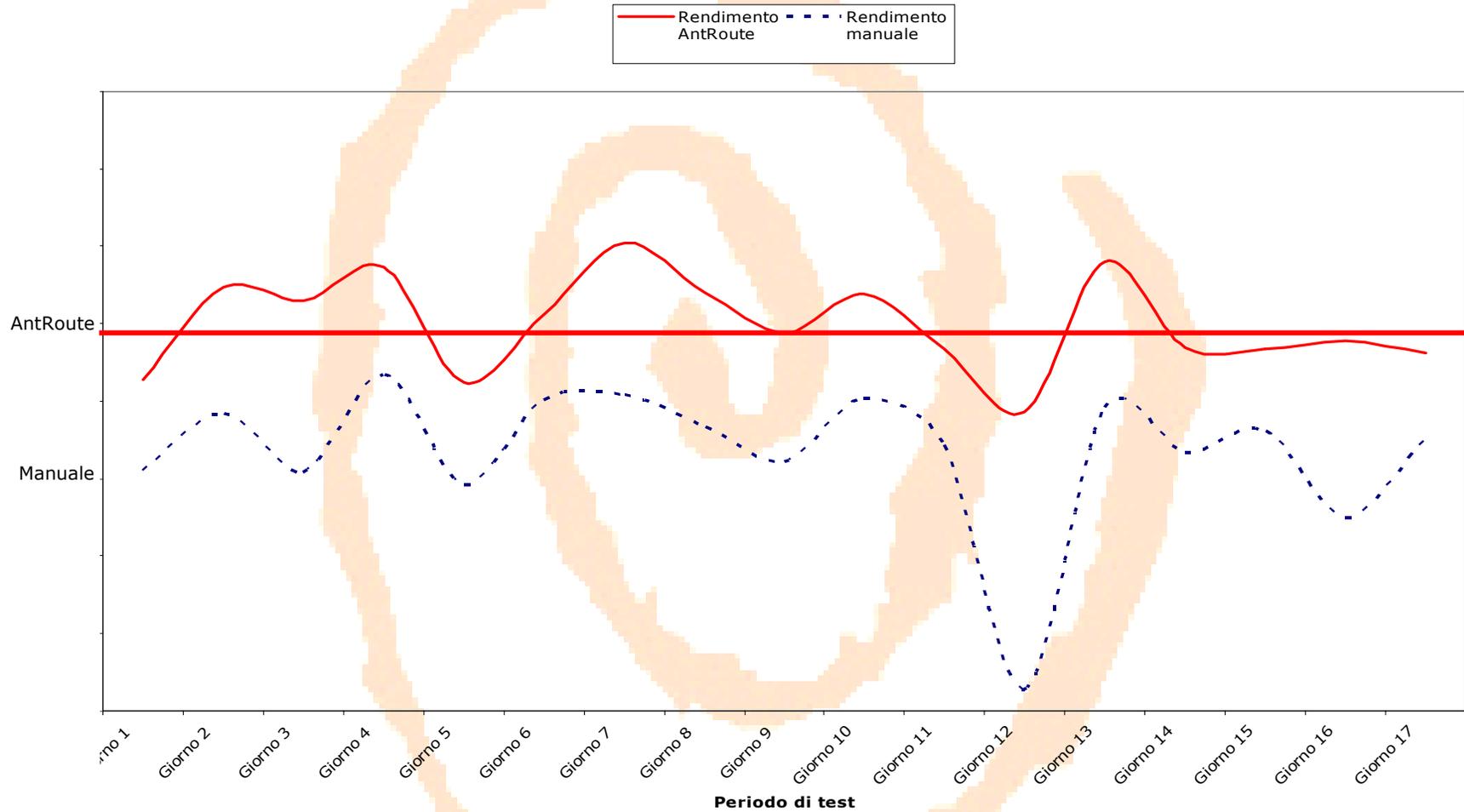


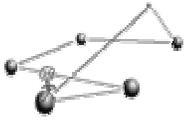
Performance



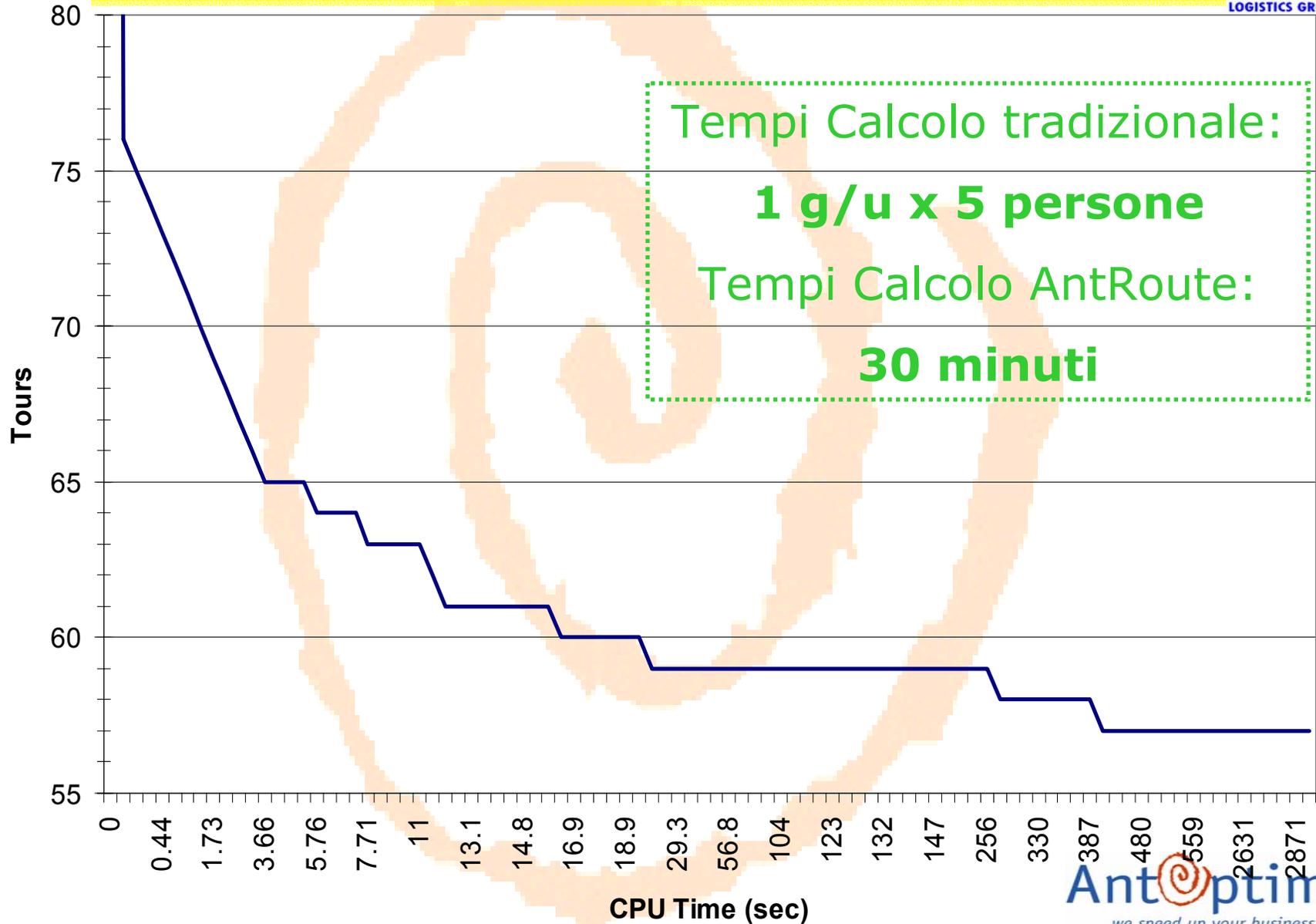


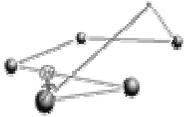
Efficienza costante





Tempi di calcolo





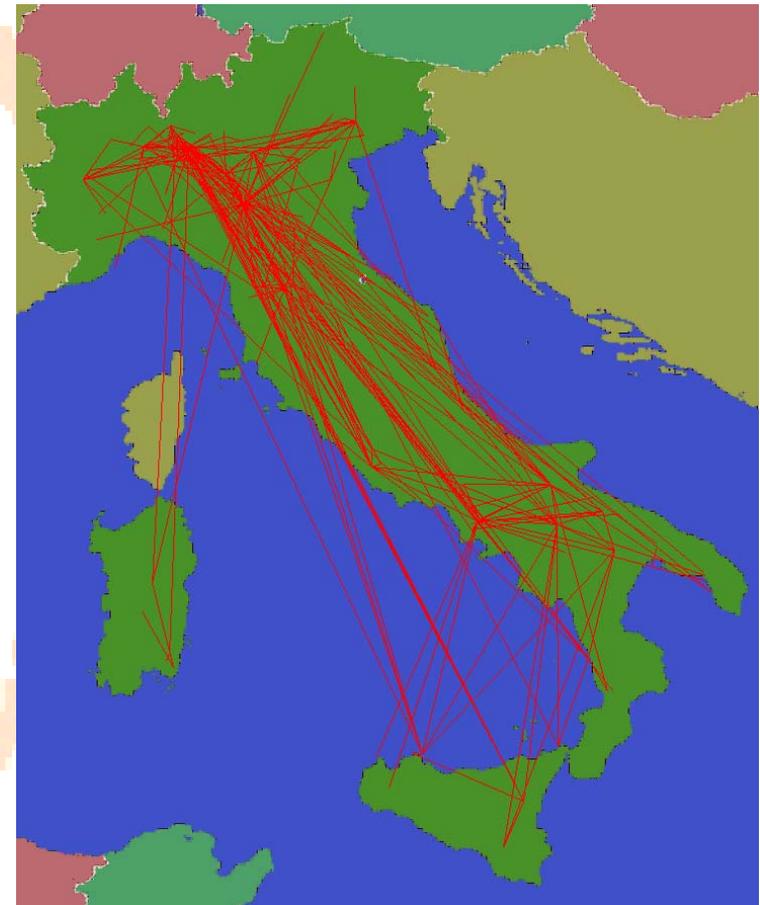
Return on investment (ROI)

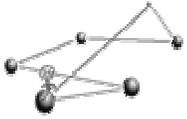


Integrato nel processo operativo aziendale

Strumento strategico di supporto ai pianificatori

PRESTAZIONI MIGLIORATE DAL 2 AL 5%





Fattori critici di successo



- **Performance**

- riduzione dei costi;
- ottimizzazione della flotta (tipologia e numero dei mezzi, orari di viaggio, riempimento dei mezzi);
- maggiore efficienza (meno chilometri, meno tempo, più merci consegnate, migliore servizio rispettando i vincoli esistenti);
- tempi di calcolo

- **Livello di efficienza costante in ogni circostanza**

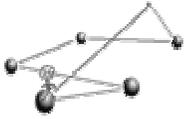
- **Personalizzazione**

- **Codifica del DNA dell'azienda**

- **Strumento strategico di simulazione**

- **DSS (Decision Support System) per la pianificazione**

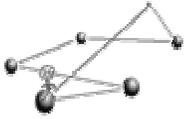
TEMPI DI RECUPERO DELL'INVESTIMENTO: MESI



Estensioni del prodotto



- Ⓢ Automatizzazione ed ottimizzazione dei flussi e dei percorsi logistici delle merci della fase secondaria di distribuzione.
- Ⓢ Automatizzazione ed ottimizzazione della fase di ingaggio dei mezzi in base alle differenti tariffe in uso tra l'azienda e i suoi provider.



Scenari futuri

Le tecniche tradizionali sono in crisi a causa del numero molto alto di soluzioni è quindi necessario ricorrere a nuove tecniche studiate nei centri di ricerca del mondo basate su algoritmi genetici di nuova generazione.

L'utilizzo di queste sofisticate tecniche di ottimizzazione consentono di ridurre il numero di veicoli e i km percorsi ma anche di valutare i costi e i rischi associati a scenari alternativi di distribuzione.

OPPORTUNITÀ DA COGLIERE
ANTICIPANDO L'EVOLUZIONE DEL
MERCATO



Questions & Answers

Grazie per la cortese attenzione

www.antoptima.com

Emanuele Papini
emanuele.papini@antoptima.com