

STRATEGIE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO DEI RIFIUTI URBANI

ANGELO BONOMI, Consulente
Amministrazione Provinciale Verbano-Cusio Ossola

Publicato sugli Atti dei Seminari di RICICLA 2000,
Rimini 8-11 Novembre 2000 pp. 439-450

1. Introduzione

Questo articolo riguarda lo sviluppo di strategie per la gestione dei rifiuti urbani fatte nel quadro della preparazione di una proposta di programma di gestione dei rifiuti urbani (1) per la Provincia del Verbano-Cusio Ossola (VCO), lavoro iniziato su incarico della Provincia nell'agosto del 1999 e terminato il 27/01/2000 con l'approvazione del programma da parte della Giunta Provinciale.

La Provincia del VCO è situata all'estremità nord orientale del Piemonte con un territorio essenzialmente montano con la popolazione concentrata nei fondovalle principali e lungo la sponda nord occidentale del Lago Maggiore. La sua popolazione è di circa 160'000 abitanti di cui circa il 30% disperso in piccoli centri montani e il resto urbanizzato.

La raccolta dei rifiuti urbani è condotta essenzialmente da due consorzi, uno per il bacino sud che fa capo a Verbania e l'altro per il bacino nord che fa capo a Domodossola. Gli impianti di smaltimento esistenti sul territorio sono un inceneritore a Mergozzo nel bacino sud, con una capacità effettiva di smaltimento di circa 30'000 t/a, e una discarica situata vicino a Domodossola per il bacino nord. La generazione di rifiuti solidi urbani (RSU) è stata nel 1998 di circa 40'000 t nel bacino sud e di circa 19'000 t nel bacino nord per un totale in Provincia di circa 69'000 t. Mentre per il bacino nord la discarica di Domodossola è in grado di accogliere tutti i RSU del bacino, l'inceneritore può smaltire solo una parte dei RSU e la differenza di circa 10'000 t/a deve essere esportata. Inoltre, nel bacino sud esiste, a causa dell'importanza dell'attività turistica, una generazione di rifiuti sensibilmente maggiore in estate rispetto all'inverno.

La percentuale di raccolta differenziata RD% in Provincia ha raggiunto nel 1999 il valore di circa il 18%. La raccolta differenziata della parte organica dei rifiuti urbani è per il momento solo agli inizi.

Il piano di lavoro per la preparazione del Programma Provinciale comprendeva essenzialmente: la valutazione della situazione attuale della raccolta e smaltimento del RSU, la preparazione di scenari di generazione e raccolta differenziata possibili nell'orizzonte temporale di 5 anni e cioè fino al 2004, l'esame delle varie tecnologie possibili per lo smaltimento in Provincia del RSU, elaborando quindi varie strategie di trattamento, valutandole sul piano dell'affidabilità, dei costi e dell'impatto ambientale con l'obiettivo di trovare la miglior strategia per la raccolta e smaltimento dei rifiuti nella Provincia.

Lo studio, condotto secondo i principi della Scienza della Complessità, ha permesso di chiarire gli aspetti strategici della gestione dei rifiuti urbani, l'importanza di una gestione della raccolta differenziata e dimostrare la possibilità di ottenere, attraverso opportuni interventi, sensibili aumenti immediati della RD%.

2. Scienza della Complessità e gestione del territorio

La Scienza della Complessità è nata negli Stati Uniti negli anni 60 da studi su calcolatore di un modello di simulazione della meteorologia del globo (2). Durante questi studi si è scoperto che cambiamenti minimi delle condizioni meteorologiche iniziali potevano avere come conseguenza enormi differenze di clima dopo un certo tempo. Questa scoperta, combinata con altre osservazioni già esistenti in altre branche scientifiche ne ha catalizzato lo sviluppo (3).

La Scienza della Complessità è una scienza generale che trova applicazione praticamente in tutti i campi dello scibile umano come la fisica, la chimica, la biologia, la medicina e anche in campi come l'economia, la sociologia e la psicologia (4). La trasformazione del moto di un fluido da lineare in turbolento, il comportamento di certe reazioni chimiche o di ecosistemi biologici, la fibrillazione del cuore, l'andamento dei prezzi di borsa, i conflitti e i processi decisionali sono tutti esempi di fenomeni che possono essere studiati con successo dalla Scienza della Complessità.

Al di là dei numerosi studi accademici condotti in particolare negli USA in questo campo sotto l'impulso di una fondazione nata per questo scopo alla fine degli anni 80, il Santa Fe Institute (5), negli ultimi dieci anni si sono sviluppate, essenzialmente negli Stati Uniti, applicazioni pratiche nel campo del management e della gestione amministrativa basate sui principi della Scienza della Complessità. Questi si possono applicare con successo sia alla gestione di società industriali che di banche, ospedali, amministrazioni del territorio (6) e della sanità pubblica (7). Lo sviluppo della New Economy americana, la trasformazione della Monsanto da industria chimica in un gigante della biotecnologia, la ristrutturazione di uno dei più grandi gruppi bancari americani, la Citicorp, sono solo alcuni dei moltissimi esempi di successo di questo nuovo tipo di management negli Stati Uniti.

La Scienza della Complessità si applica a tutti i sistemi che sono troppo complessi per essere studiati in termini meccanicistici. Tipici sistemi complessi sono gli ecosistemi e ancor più i sociosistemi umani. Il punto centrale della gestione della complessità è nella definizione e descrizione del **CAS (Complex Adaptive System)**. Il CAS è un **Sistema Complesso Adattativo**, abbreviato in italiano in **SCA**, cioè un sistema che ha la proprietà di adattarsi al suo ambiente per perseguire i propri scopi. Esso può essere moltissime cose, come un'impresa, una multinazionale, un mercato borsistico, un ospedale, internet, un distretto industriale, una entità amministrativa. Esso è l'oggetto della gestione della complessità. Uno SCA può essere costituito da altri SCA al suo interno e allo stesso tempo costituire un elemento di uno SCA più grande, inoltre, uno SCA non evolve mai da solo ma coevolve con altri SCA.

Uno SCA è composto da un sistema di **Agents** ovvero di **Agenti individuali** o **Attori** che hanno la libertà di agire in maniera non totalmente prevedibile e le cui azioni sono interconnesse in modo che una certa azione di un agente possa influenzare le azioni degli altri agenti. Ad esempio, nel caso di un mercato borsistico gli attori sono i venditori, i compratori, le società quotate e le organizzazioni regolatrici del mercato, nel caso di una entità amministrativa possono essere i nuclei familiari e gli organi di aggregazione come comuni, consorzi, province, ecc. In uno SCA ogni attore opera secondo le sue proprie strategie o modelli mentali, questi possono essere condivisi con altri attori o essere individuali. Il comportamento di uno SCA emerge dall'interazione tra gli attori ed è tipicamente non lineare. Grandi cambiamenti possono essere assorbiti senza grandi conseguenze mentre piccoli cambiamenti possono causare ristrutturazioni maggiori. Le caratteristiche dello SCA rendono praticamente imprevedibile la sua

evoluzione. Tuttavia, gli SCA hanno comportamenti tipici e, in alcuni casi, è possibile identificare comportamenti ciclici e situazioni specifiche che permettono una certa prevedibilità a corto termine e a lungo termine esattamente come in meteorologia è possibile prevedere il tempo dell'indomani o il variare delle stagioni.

Alcuni tipi di attori, per la loro attività, possono influenzare in maniera continuativa la coevoluzione dello SCA e vengono denominati "**Leaders**". Alcune scuole di management hanno introdotto altre figure tipiche di attori al di là della figura dei leaders (8). Essi sono: i **Catalyst**, in italiano **Catalizzatori** e gli **Eco-technicians** abbreviati come **Eco-tech**, in italiano **Eco-tecnici** che però non hanno nulla a vedere con l'ecologia. Il Catalizzatore svolge la funzione essenziale di abbattere gli ostacoli e promuovere le relazioni utili per lo SCA. L'Eco-tecnico ha il compito di integrare informazioni e sviluppare modelli utili all'attività dello SCA.

3. Il Sistema Provinciale dei rifiuti urbani

L'applicazione di principi di gestione secondo la scienza della complessità impone di definire e descrivere il Sistema Provinciale dei Rifiuti Urbani come un sistema complesso che si evolve adattandosi ai cambiamenti dell'ambiente in cui vive. Uno SCA è composto da un insieme di attori individuali con la loro libertà di agire, con la loro visione mentale e caratterizzati da interconnessione e influenzamento reciproco. Nel nostro caso possiamo vedere prima di tutto un sistema di attori a vari livelli di aggregazione. Alla base abbiamo gli abitanti della Provincia che si aggregano prima di tutto come nuclei familiari o nuclei assimilabili ai nuclei familiari (negozi, ristoranti, alberghi, ecc.). I nuclei familiari o assimilati sono molto importanti per questo tipo di SCA poiché è all'interno di essi che avviene la generazione dei rifiuti urbani e le decisioni riguardo alla differenziazione dei rifiuti per la raccolta. I nuclei familiari o assimilati si aggregano quindi nei comuni che hanno la prima responsabilità amministrativa riguardo alla raccolta e smaltimento di rifiuti. A sua volta i comuni possono aggregarsi in consorzi o comunità montane, per condurre meglio le operazioni di raccolta e smaltimento dei rifiuti. Accanto a questi attori più o meno aggregati esistono poi cooperative e aziende che operano principalmente nella raccolta dei rifiuti e il riciclo della raccolta differenziata. L'Amministrazione Provinciale svolge il ruolo di regolatore dell'attività rifiuti e l'insieme è sottoposto all'azione regolatrice di leggi a livello regionale e nazionale che a sua volta sono influenzate dalle direttive emesse dall'Unione Europea.

Nel caso della Provincia del VCO la maggior parte dei comuni è aggregata in uno dei due consorzi, esistenti per i rifiuti: uno con sede a Verbania e l'altro a Domodossola e che permettono di dividere il territorio provinciale, per quello che riguarda i rifiuti, in due bacini rispettivamente il Bacino Sud che fa capo a Verbania e il Bacino Nord che fa capo a Domodossola. Esistono poi alcune cooperative ed aziende che conducono, per conto di alcuni comuni marginali la raccolta e il riciclo della differenziata, la più importante è la Cooperativa Risorse di Verbania che conduce la raccolta, anche quella differenziata dell'organico, in alcuni comuni a cavallo tra la Provincia del VCO e di Novara.

Sul piano dello smaltimento del RSU il Bacino Nord ha a disposizione presso Domodossola una discarica, il Bacino Sud invece utilizza un inceneritore situato a Mergozzo.

4. Modellizzazione della generazione e smaltimento dei rifiuti

L'obiettivo del Programma Provinciale di Gestione dei Rifiuti Urbani era quello di elaborare uno scenario realizzabile di evoluzione della raccolta differenziata e, allo stesso tempo, di scegliere le migliori tecnologie di smaltimento dal punto di vista dell'affidabilità, economia e impatto ambientale e proporre eventuali nuovi impianti e ristrutturazione degli impianti già esistenti sul territorio.

Il Sistema Provinciale dei Rifiuti Urbani può considerarsi diviso dal punto di vista della generazione e smaltimento dei rifiuti in due parti. La prima comprende la generazione dei rifiuti e la loro differenziazione effettuata essenzialmente dai nuclei familiari e assimilati della Provincia. Questi decidono praticamente la quantità di rifiuti generata sia come raccolta differenziata (RD) che come rifiuto indifferenziato (RSU). Questa parte del sistema è molto complessa e non ha un comportamento lineare modellizzabile. La generazione dei rifiuti è legata alle abitudini della popolazione e ai prodotti disponibili sul territorio, il livello della raccolta differenziata dagli schemi mentali dei nuclei familiari, influenzati a sua volta dalle azioni dei comuni e della Provincia su questo tema e dal comportamento dei consorzi, cooperative ed altri attori che si occupano della raccolta. Il tutto interconnesso e sottoposto alle influenze reciproche tra i vari attori. Il comportamento che ne emerge può essere caratterizzato da due parametri principali che sono la quantità di rifiuti generati e il livello di raccolta differenziata raggiunta.

Questi due parametri, che caratterizzano questa parte del Sistema Provinciale dei Rifiuti Urbani, possono essere espressi in termini di quantità di rifiuti urbani (**RSU + RD**), generata su basi annuali, e in termini di percentuale media di raccolta differenziata (RD%) data da:

$$\mathbf{RD\% = RD / (RD + RSU) \times 100}$$

che costituiscono la base per la modellizzazione ulteriore della seconda parte del sistema.

In pratica, considerando di esaminare il comportamento del sistema in un orizzonte temporale di 5 anni (2000-2004) occorre definire uno scenario di evoluzione della quantità totale di rifiuti urbani e della RD%. Nel caso particolare della Provincia del VCO, i dati storici di generazione dei rifiuti mostrano una situazione abbastanza costante e si è quindi considerato che il valore globale di generazione dei rifiuti resti costante, nei prossimi cinque anni, e pari a 65'540 t/a. Per la raccolta differenziata il dato attuale stimato per il 1999 per la Provincia è di circa il 18% mentre il totale stimato di RSU da smaltire nel 1999 risulta di 57'956 t/a.

Per quanto riguarda l'evoluzione della RD% si sono scelti due scenari: il primo porta la Provincia a rispettare i valori di RD% fissati dalla Legge Ronchi che impongono di raggiungere il valore del 35% per il 2003 e il secondo porta la Provincia a superare nettamente questi valori raggiungendo percentuali dell'ordine del 60% di RD%. Nella Fig. 1. Sono riportati i profili temporali della RD% per questi due scenari mentre nella Fig. 2. sono riportate le evoluzioni calcolate del RSU generato per i due scenari.

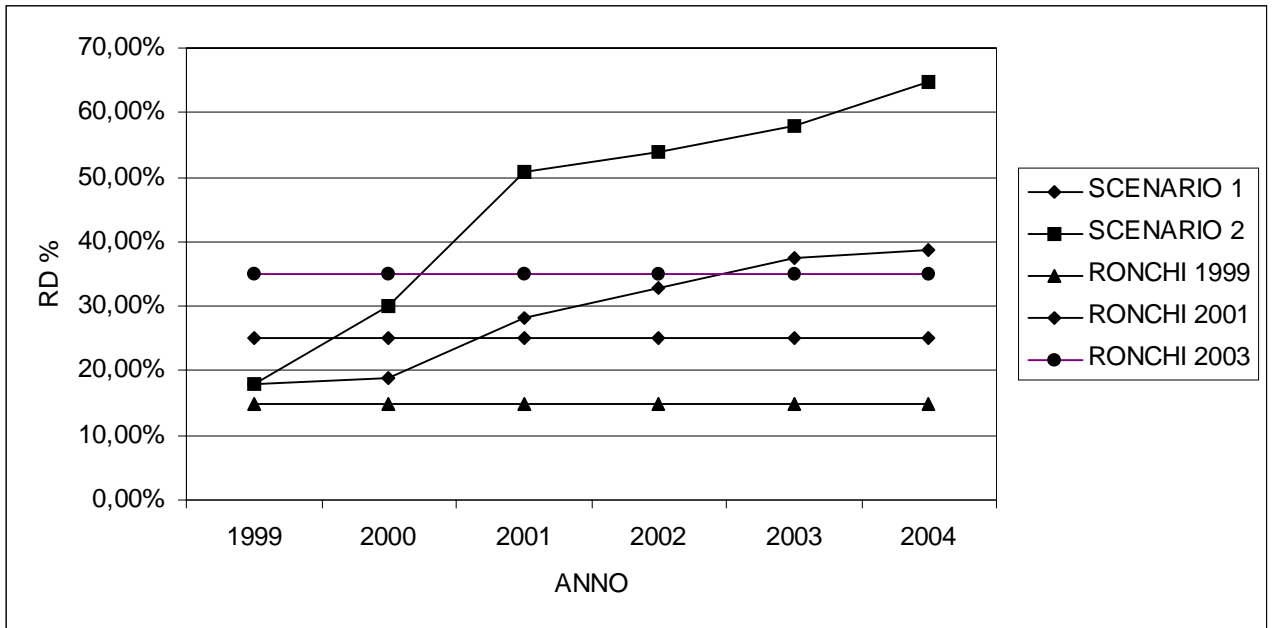


Fig.1. Scenari di evoluzione della RD% nel VCO

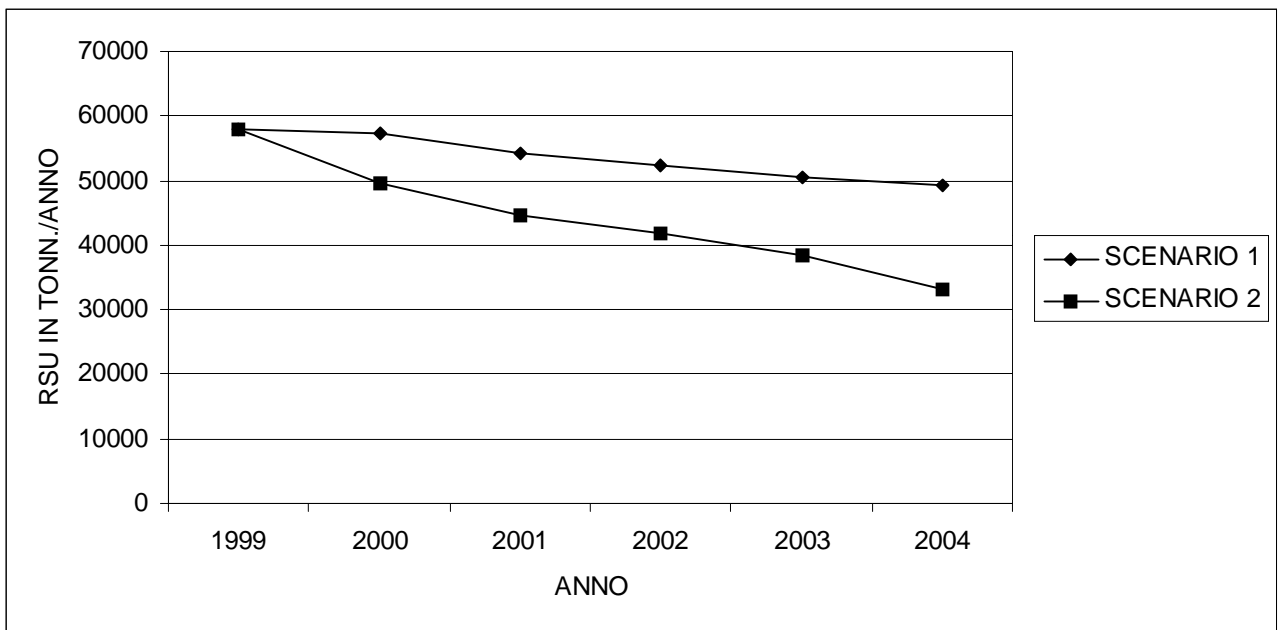


Fig. 2.. Scenari di evoluzione del RSU nel VCO

Il modello di calcolo per la simulazione dei due scenari è stato realizzato sul calcolatore usando un foglio elettronico. Nella realtà i calcoli della RD% e del RSU sono stati fatti tenendo conto dello scenario delle evoluzioni delle frazioni principali di RD e cioè: carta, vetro, plastica, metalli, verde e organico e questo separatamente per i due bacini

nord e sud della Provincia e poi il tutto sommato adeguatamente per dare i valori totali provinciali.

A partire dei dati di RD e RSU calcolati per i due scenari considerati si è proceduto a simulare sul calcolatore varie possibilità di smaltimento che, tenendo conto della situazione esistente, si sono ridotte a tre casi principali:

SMALTIMENTO A: caratterizzato dalla chiusura degli impianti attuali (discarica e inceneritore) ed esportazione del RSU verso un impianto di smaltimento interprovinciale che dovrà utilizzare una tecnologia moderna e nel quale si potrà sfruttare un'economia di scala per ottenere costi di smaltimento inferiori a quelli attuali

SMALTIMENTO B: caratterizzato dalla realizzazione di una terza linea presso l'inceneritore di Mergozzo per aumentare la sua capacità di trattamento di RSU dalle attuali 30'000 t/a a circa 45'000 t/a.

SMALTIMENTO C: caratterizzato dall'utilizzazione sul territorio degli impianti esistenti del Processo Thermoselect che, dopo opportuna ristrutturazione, possono essere portati a una capacità di trattamento di circa 50'000 t/a di RSU.

In tutti questi scenari si è poi considerata la realizzazione di un impianto di compostaggio necessario per lo smaltimento in provincia della frazione organica e del verde raccolto sul territorio. La raccolta differenziata dell'organico si è dimostrata dalle simulazioni fatte molto importante per raggiungere alti livelli di RD% sul territorio.

Riguardo ai tempi di attuazione dei vari impianti e ristrutturazioni da utilizzare nelle simulazioni si è considerato: di poter realizzare l'ingrandimento dell'inceneritore, la ristrutturazione dell'impianto Thermoselect e l'impianto di compostaggio nel 2000 e la loro utilizzazione dal 2001, mentre per quanto riguarda l'impianto di smaltimento interprovinciale si è fissato il 2004 come anno in cui sarà possibile utilizzare l'impianto.

Il modello di calcolo applicato a queste tre ipotesi di smaltimento unito ai due scenari di evoluzione della raccolta differenziata permettono di simulare al calcolatore l'evoluzione nel tempo fino al 2004 dei vari flussi di rifiuti e loro derivati e in particolare calcolare le quantità e la destinazione di questi flussi ad esempio verso la discarica di Domodossola, verso l'inceneritore di Mergozzo o verso l'impianto Thermoselect. Allo stesso tempo è possibile calcolare le quantità esportate di rifiuti come il RSU, le scorie e le ceneri verso discariche piemontesi, la frazione organica verso il compostaggio ovvero il RSU che potrebbe essere destinato all'impianto di smaltimento interprovinciale. A titolo di esempio abbiamo riportato nelle Fig. 3, 4 e 5 i flussi e le loro destinazioni rispettivamente utilizzando le ipotesi di smaltimento A, B e C nel caso dello Scenario 2 caratterizzato da un'elevata RD% nella Provincia.

I grafici delle Fig. 3, 4 e 5 indicano, oltre al valore dei flussi di rifiuto, anche le chiusure (flusso che diventa nullo) come ad esempio nel caso dell'inceneritore e della discarica di Domodossola che possono essere chiusi nel 2004 nel caso di messa in funzione dell'impianto interprovinciale di smaltimento o l'entrata in funzione degli impianti (flusso che da nullo acquista un valore) come ad esempio nel caso del compostaggio nel 2001 (vedi Fig. 3)

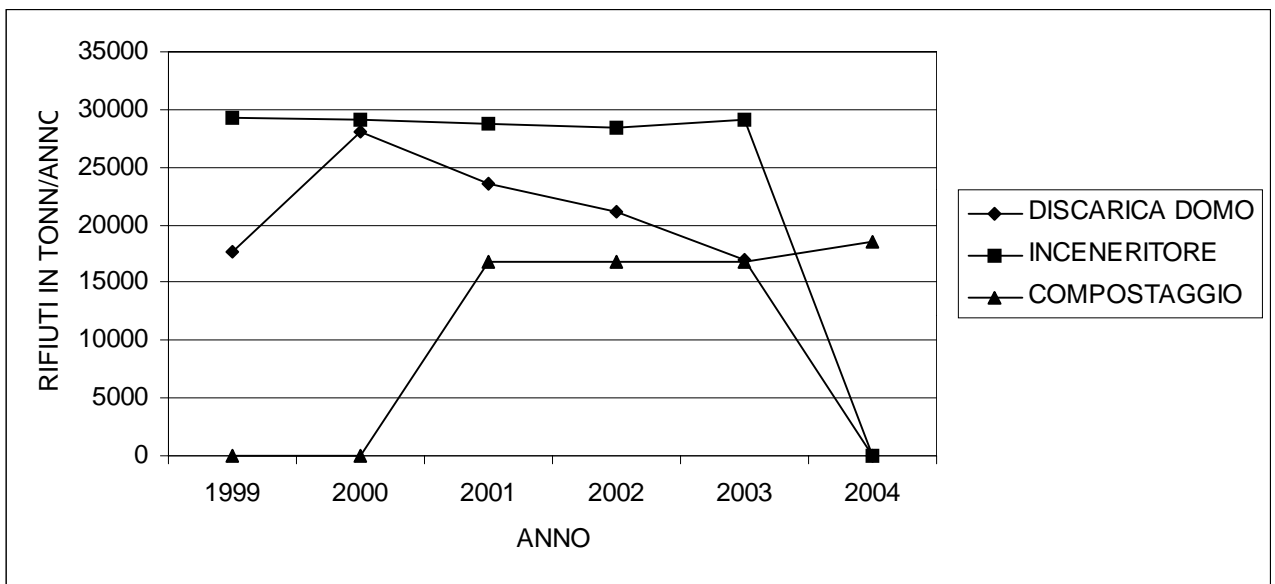


Fig. 3. Destinazione dei rifiuti con impianto interprovinciale

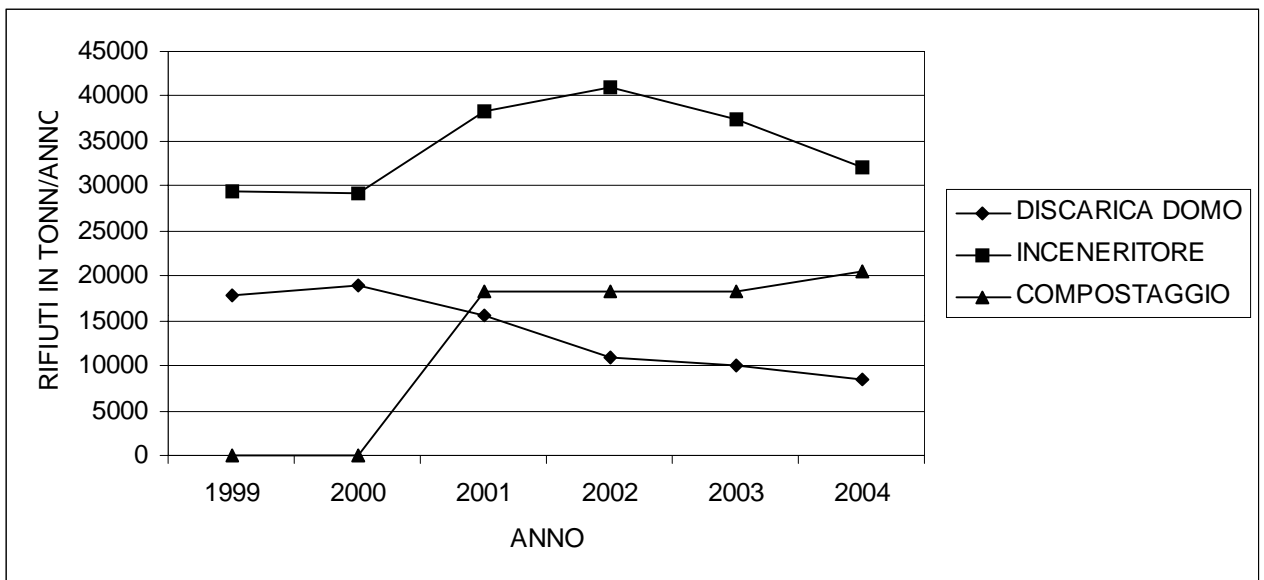


Fig. 4. Destinazione dei rifiuti con ingranimento dell'inceneritore

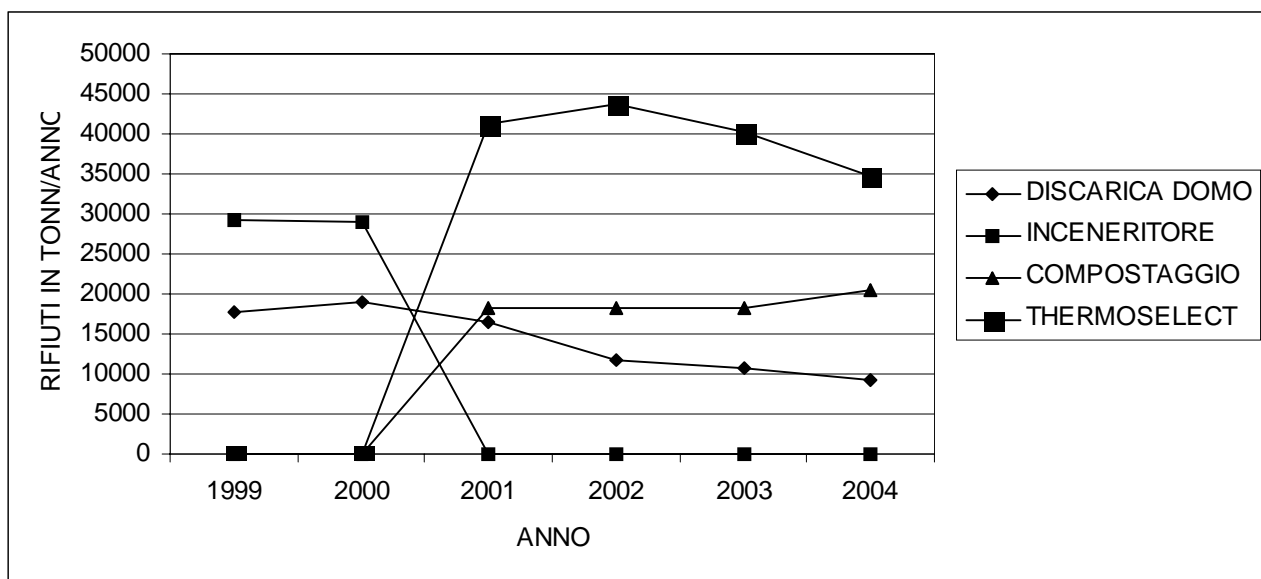


Fig. 5. Destinazione dei rifiuti con impianto Thermoselect

5. Scelta della miglior strategia

La combinazione dei due scenari di evoluzione della raccolta differenziata con le tre soluzioni possibili per lo smaltimento studiate da la possibilità di considerare un insieme di sei strategie. Nella realtà, per varie considerazioni di natura ambientale ed economica, l'Amministrazione Provinciale, esprimeva nettamente una preferenza per uno scenario che permettesse di ottenere i valori più elevati possibili di RD% (scenario 2) partendo dal presupposto che, oltre ai vantaggi ambientali, anche da un punto di vista economico fosse più valido investire nel territorio per avere un sensibile aumento della raccolta differenziata piuttosto che investire in aumento di capacità di smaltimento. A seguito di questa decisione le strategie da studiare si riducono a tre così definite:

STRATEGIA A: caratterizzata dallo smaltimento del RSU provinciale in un futuro impianto interprovinciale la cui tecnologia è da definire in uno studio ulteriore.

STRATEGIA B: caratterizzata dall'aumento della capacità di smaltimento dell'inceneritore attuale a Mergozzo.

STRATEGIA C: caratterizzata dalla messa in funzione di un impianto Thermoselect in sostituzione dell'impianto d'incenerimento attuale.

La situazione della destinazione dei rifiuti simulata al calcolatore per queste tre strategie è quella riportata rispettivamente nelle Fig. 3, 4 e 5. Possiamo osservare che per la Strategia A l'inceneritore e la discarica di Domodossola è prevista la chiusura nel 2004 con la messa in funzione dell'impianto interprovinciale. Per la Strategia B osserviamo che l'incremento di capacità previsto è sfruttato solo per i primi tre anni dopo di che, nel 2004, il forte incremento della raccolta differenziata riduce la generazione di RSU da smaltire a poco più che 30'000 t/a. La stessa situazione si ripete per la Strategia C nella quale la capacità di smaltimento di 50'000 t/a di Thermoselect non è più sfruttata

adeguatamente a partire dal 2004. Infine nelle Strategie B e C la discarica di Domodossola continua a funzionare anche dopo il 2004 per ricevere le scorie prodotte nell'inceneritore di Mergozzo o nell'impianto Thermoselect.

A lato delle considerazioni fatte precedentemente è necessario poi esaminare le tre strategie dal punto di vista tecnico, economico ed ambientale. La scelta della miglior strategia dipenderà dai risultati di questi tre esami. Bisogna osservare, nell'esame delle varie strategie, che la tecnologia di smaltimento per l'impianto interprovinciale, non è ancora stata definita ed è attualmente oggetto di uno studio. Accanto alla possibilità di usare una tecnologia di smaltimento con inceneritore o impianto Thermoselect, esiste la possibilità di utilizzare nuove tecnologie in grado di separare la parte umida (organico) dalla parte secca del RSU e, dopo ulteriore separazione del secco della parte pesante (vetro, metalli, ecc.) produrre con un opportuna pressatura e disidratazione un combustibile da rifiuti (CDR) di alto potere calorifico. La parte umida viene invece destinata al compostaggio per la sua inertizzazione. Il CDR, se prodotto con opportune proprietà chimico-fisiche, potrebbe sostituire i combustibili tradizionali nelle centrali termiche di produzione di energia elettrica. Nella migliore delle ipotesi questa nuova tecnologia potrebbe essere meno costosa delle tecnologie di smaltimento tradizionali e, nel caso della possibilità di sostituire con il CDR i combustibili tradizionali, avere anche un impatto ambientale globale nullo. Dal punto di vista economico è abbastanza semplice paragonare le tre strategie calcolando i costi di smaltimento nei tre casi. Dai calcoli fatti risulta avvantaggiata la Strategia A nella quale l'economia di scala realizzata riduce sensibilmente i costi. Per quanto riguarda il paragone dei costi tra l'inceneritore e Thermoselect i dati forniti da quest'ultima danno un certo vantaggio di costi rispetto a quelli calcolati su valori reali dell'inceneritore.

Dal punto di vista ambientale è possibile paragonare le tre strategie tenendo conto delle concentrazioni di inquinanti nei fumi, reflui e rifiuti solidi generati e delle quantità generate con un calcolo dell'impatto ambientale globale di ogni strategia. A parte la Strategia A che ha un impatto ambientale in provincia bassissimo a causa dell'esportazione dei rifiuti, la Strategia C con l'impianto Thermoselect risulta migliore, dai dati forniti da questa società, rispetto a quelli dell'inceneritore. Questo a causa dei quantitativi minori emessi in fumi, reflui e rifiuti solidi. Per completezza occorre poi osservare che l'impatto ambientale della Strategia A, a livello dell'impianto interprovinciale, dovrebbe situarsi, a seconda della strategia scelta, tra quello dell'inceneritore e quello dell'impianto Thermoselect ed eventualmente essere anche migliore di quest'ultimo utilizzando nuove tecnologie (CDR).

Dal punto di vista tecnico è possibile paragonare le tre Strategie considerando l'affidabilità della tecnologia utilizzata. Sul piano dell'affidabilità, l'inceneritore di RSU utilizzato già da lungo tempo risulta sicuramente il più affidabile. La tecnologia Thermoselect, ancora in fase di industrializzazione può essere considerata la meno affidabile. Per quanto riguarda le nuove tecnologie utilizzabili nella Strategia A, esistono attualmente alcuni impianti funzionanti in Europa e l'affidabilità di queste tecnologie potrebbe essere compresa tra quella dell'incenerimento e quella della tecnologia Thermoselect.

La scelta della miglior Strategia deve avvenire prendendo in considerazione almeno questi tre aspetti (tecnici, economici, ambientali) in una situazione complessa in cui non è possibile trarre delle conclusioni sulla semplice base di calcoli. Anche se la scelta può, nel nostro caso, apparire semplice sul piano intuitivo, è interessante vedere come la Scienza della Complessità può aiutare la scelta da fare. Per questo occorre ritornare a

considerare il Sistema Provinciale dei Rifiuti come sistema complesso adattativo. I vari attori del sistema, e in particolare i nuclei familiari desiderano un'evoluzione del sistema verso tariffe per i rifiuti contenuti e sono in generale abbastanza sensibili ai problemi ambientali di inquinamento. Il loro comportamento, sotto l'influenza dei vari altri attori (Comuni, Consorzi, Provincia, ecc.) e dei loro schemi mentali determina in particolare il livello della raccolta differenziata, la quantità di RSU che deve essere smaltita usando una delle varie tecnologie potenzialmente disponibili. Il Sistema Provinciale dei Rifiuti avrà quindi molte possibilità di evoluzione comprendenti ognuna i vari stadi possibili di raccolta differenziata e le varie tecnologie utilizzabili per lo smaltimento. Il campo che comprende tutte queste possibilità di evoluzione viene chiamato nella Scienza della Complessità **Fitness Landscape** che può essere tradotto in italiano come **Paesaggio dell'Appropriatezza**. Questo paesaggio contiene quindi le varie possibilità di evoluzione del sistema tra cui le soluzioni ottimali verso le quali si vuole influenzare l'orientamento dell'evoluzione del sistema. La Scienza della Complessità ci dice che non è possibile, viste le innumerevoli variabili che possono influenzare il sistema, determinare la soluzione ottimale assoluta, mentre è possibile identificare delle soluzioni ottimali relative comparando, come nel nostro caso, alcune possibilità di evoluzione.

In pratica occorre esaminare nel nostro caso la situazione del sistema nel caso delle tre strategie considerate sulla base del grado di appropriatezza supponendo di essere in grado di influenzare sufficientemente il sistema per portarlo verso valori molto alti di raccolta differenziata.

La scelta della migliore strategia può essere fatta considerando un grafico che posiziona l'appropriatezza delle varie Strategie relativamente ai tre criteri scelti:

Tecnica: affidabilità della tecnologia

Economia: costi di smaltimento

Ambiente: emissione di inquinanti

Il grafico suddetto è riportato nella Fig. 6. Il grafico prende in considerazione il grado di appropriatezza stimato per le tre strategie rispetto ai tre criteri: tecnologia, economia e ambiente. Sul grafico è stata poi posta indicativamente una soglia di accettabilità relativa al grado di appropriatezza stimata. Come si può vedere la Strategia A presenta dei campi più ampi di definizione del grado di appropriatezza dovuti all'incertezza sulla tecnologia di smaltimento da usare, tuttavia, essa rimane largamente nella zona medio-alta del grado di appropriatezza contrariamente alle Strategie B e C che presentano una bassa appropriatezza, la prima per quanto riguarda l'economia e l'ambiente e la seconda per quanto riguarda l'affidabilità tecnica. La scelta della Strategia A come migliore strategia è inoltre confermata dalle previsioni di evoluzione di RSU che, nel 2004, possono sfruttare solo in parte le capacità disponibili di smaltimento dell'impianto di incenerimento ampliato o dell'impianto Thermoselect ristrutturato.

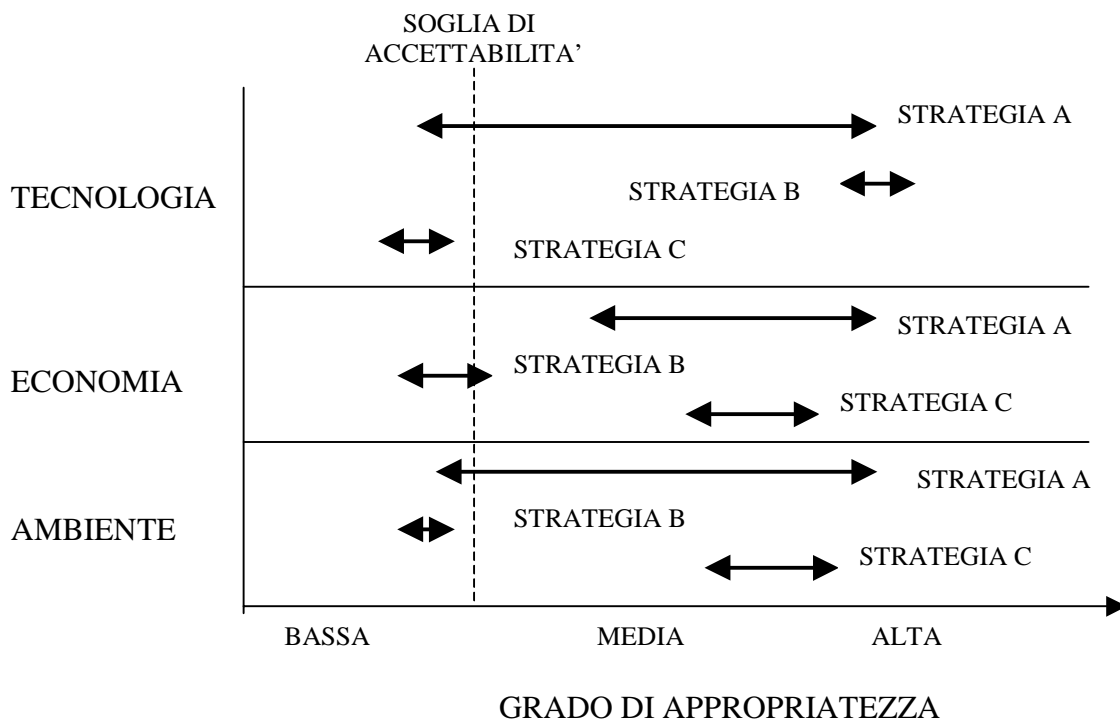


Fig. 6. Grado di appropriatezza delle varie strategie

6. Attivazione della strategia scelta

Una volta ottenuta l'approvazione del Progetto di Programma Provinciale di Gestione dei Rifiuti Urbani da parte della Giunta si è proceduto all'attivazione della strategia scelta che comprende tre punti principali:

1. Riorganizzazione dell'attività della raccolta differenziata con introduzione della raccolta dell'organico ed incremento dei valori per superare la soglia del 60%.
2. Studio e progettazione di un impianto provinciale per il compostaggio per smaltire in Provincia la frazione organica raccolta
3. Raggiungimento di accordi con altre Province limitrofe (Novara, Biella e Vercelli) per la realizzazione di un impianto di smaltimento interprovinciale e studio per la ricerca della migliore tecnologia di smaltimento da adottare.

Di questi tre punti il primo è sicuramente il più importante e l'Amministrazione Provinciale si è subito preoccupata di trovare un Comune della Provincia, nel nostro caso il Comune di Gravellona Toce, che accettasse di fare un'esperienza pilota di ristrutturazione della raccolta differenziata, introducendo anche la raccolta dell'organico e vedendo in questo modo di ottenere un aumento sensibile della raccolta differenziata. Questo comune presenta una popolazione di circa 9000 abitanti con un'attività prevalentemente industriale.

Il nuovo modo di fare raccolta dei rifiuti adottato per questo Comune è il risultato di passate esperienze in particolare quelle condotte dalla Cooperative Risorse di Verbania e basate sui punti seguenti:

- Occorre fare opera presso gli abitanti per convincerli che la raccolta differenziata rappresenta il vero modo di liberarsi dei rifiuti domestici e che il rifiuto differenziato rappresenta solo il rifiuto fatale che resta dopo che i vari rifiuti sono stati divisi secondo il tipo e destinazione. Inoltre bisogna fare opera di convincimento che la differenziazione dei rifiuti può abbassare le tariffe da pagare e ridurre l'impatto ambientale degli inquinanti.
- La raccolta sia delle frazioni differenziate che dell'indifferenziato deve essere fatta dallo stesso operatore in maniera che si possa stabilire un rapporto unico e diretto tra operatore e utente dando la possibilità all'operatore di meglio controllare la situazione globale dei rifiuti.
- La raccolta a porta a porta sia per le frazioni differenziate che per il RSU è nettamente più efficace che l'uso del cassonetto.
- Per rafforzare il messaggio alla popolazione sul rifiuto differenziato come base per gestire i rifiuti è importante ridurre i passaggi per la raccolta della RSU aumentando invece, secondo necessità, i passaggi per la raccolta del differenziato.

Un'esperienza di questo tipo è stata fatta quindi a partire del mese di marzo 2000 nel Comune di Gravellona Toce con i risultati riportati nella Fig. 7:

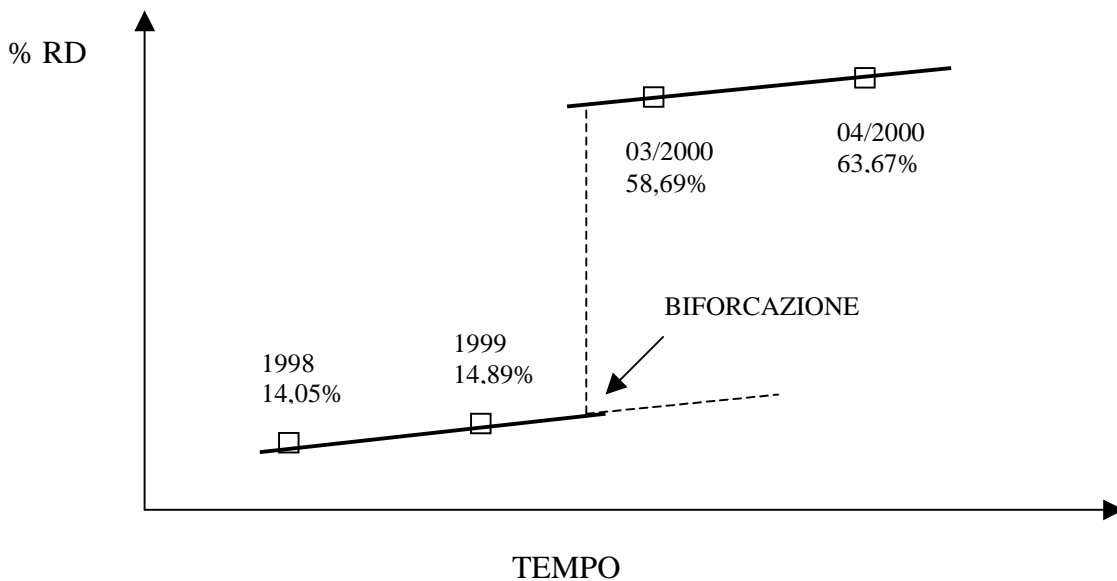


Fig. 7. Variazione della RD% nel Comune di Gravellona Toce

Dalla Fig. 7 si può osservare che immediatamente nel mese di introduzione del nuovo modo di fare la raccolta differenziata la RD% subisce un salto immediato da meno del 15% delle medie annuali del 1998 e 1999 a circa il 60% delle medie mensili del 2000. Questa improvvisa variazione è ben spiegabile ed attesa dalla Scienza della Complessità e conosciuta come "biforcazione" in cui il sistema passa da uno stato quasi stazionario a un nuovo stato caratterizzato da una situazione più complessa, nel nostro caso una raccolta più ricca di frazioni differenziate. Queste transizioni non avvengono da sole ma sono indotte da modificazioni particolari nel sistema che lo portano a cambiare di stato, nel nostro caso, le profonde modifiche nel modo di raccolta dei rifiuti. Il fenomeno può essere rappresentato graficamente da un diagramma, rappresentato

nella Fig. 8, in cui il parametro studiato, nel nostro caso il valore della RD%, è espresso in funzione del grado di incertezza presente nel sistema, nel nostro caso, il Comune di Gravellona Toce con il suo insieme di attori costituiti dai vari nuclei familiari.

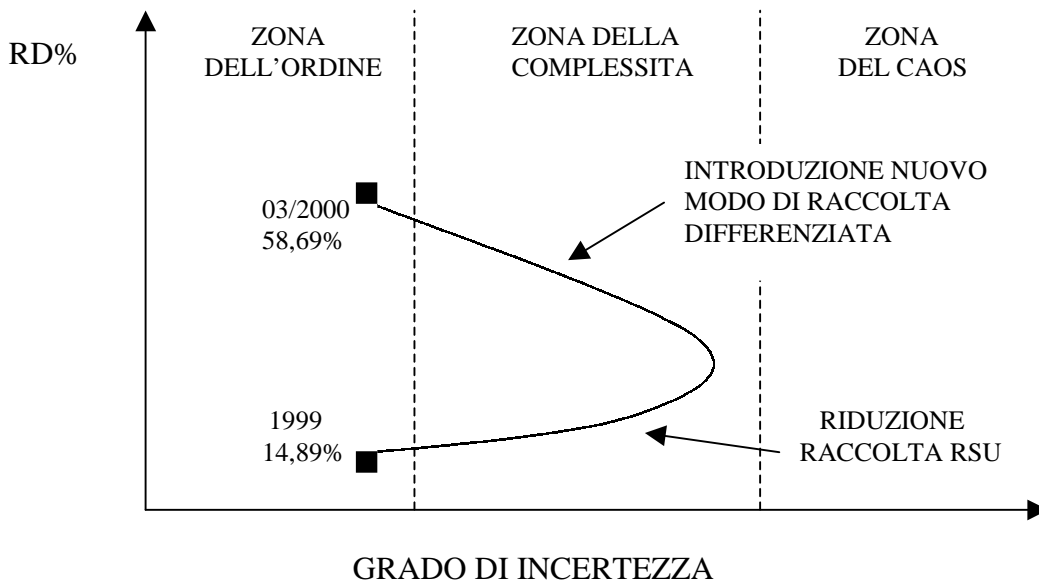


Fig. 8 Rappresentazione della transizione del valore della RD%

Il diagramma è diviso in tre zone a seconda del grado di incertezza: una zona di bassa incertezza, ovvero dell'ordine, in cui si situano gli stati stazionari del sistema, nel nostro caso la situazione della RD prima e dopo l'intervento, un'altra zona caratterizzata da grande incertezza e detta zona del caos. Tra le due zone esiste una zona di transizione detta zona della complessità. La Scienza della Complessità insegna che se si vuole portare un sistema verso uno stato più alto di complessità (sviluppo della raccolta differenziata in quantità e in nuove frazioni) occorre prima di tutto disorganizzare il vecchio sistema e quindi lasciare che le nuove condizioni esistenti facciano emergere il nuovo comportamento del sistema caratterizzato da un raccolta differenziata più sviluppata. Queste azioni nel nostro caso sono state la riduzione dei passaggi di raccolta di RSU che ha disorganizzato il vecchio sistema e, contemporaneamente, l'offerta di un nuovo sistema di raccolta differenziata porta a porta più sviluppato.

7. Conclusioni

Questo lavoro mostra come le possibili strategie di gestione dei rifiuti urbani possano essere studiate, alla luce di quanto suggerisce la Scienza della Complessità, considerando il Sistema dei Rifiuti Urbani come sistema complesso adattativo e modellizzabile su calcolatore per la parte lineare del sistema. Le varie strategie possono essere poi esaminate dal punto di vista del loro grado di appropriatezza per una scelta basata sugli aspetti tecnologici, economici ed ambientali. La Scienza della Complessità prevede anche la possibilità di effettuare salti immediati nel campo della raccolta differenziata, una volta adottato un metodo valido unito a buona preparazione come lo

dimostra il caso del Comune di Gravellona Toce. Considerando poi l'estensione dell'esperienza positiva di questo comune al resto della Provincia, la Scienza della Complessità suggerisce di procedere per gradi assicurando una serie d'interventi di successo in altri comuni. In questo modo è possibile sfruttare un potente effetto di feed back sugli altri comuni non ancora coinvolti convincendoli a cambiare radicalmente il modo di fare raccolta differenziata ottenendo alla fine i risultati elevati di RD% in Provincia come indicato nella proposta di programma provinciale per la gestione dei rifiuti urbani.

Bibliografia

1. Angelo Bonomi "Progetto di Programma Provinciale per la Gestione di Rifiuti Urbani nel VCO", Verbania, Gennaio 2000.
2. James Gleick "Caos" RCS Rizzoli Libri, Milano, 1987
3. Morris Mitchell Waldrop "Complessità: Uomini e idee al confine tra ordine e caos" Instar Libri, Torino, 1996
4. Alberto Gandolfi "Formicai, Imperi, Cervelli: Introduzione alla Scienza della Complessità" Bollati Boringheri, Torino, 1999
5. Internet: <<http://www.santafe.edu>
6. Internet: <<http://www.ett.it/ecoter.html>
7. Internet: <<http://www.vha.com>
8. Susanne Kelly, Mary Ann "The Complexity Advantage" McGraw Hill, New York, 1999