

# ANALISI DELLA DINAMICA SPAZIO- TEMPORALE DI *DIABROTICA VIRGIFERA* *VIRGIFERA* IN VENETO MEDIANTE GEOSTATISTICA

De Luigi V.<sup>1</sup>, Furlan L.<sup>3</sup>, Palmieri S.<sup>4</sup>, Vettorazzo M.<sup>2</sup>, Zanini G.<sup>2</sup>,  
Burgio G.<sup>1</sup>

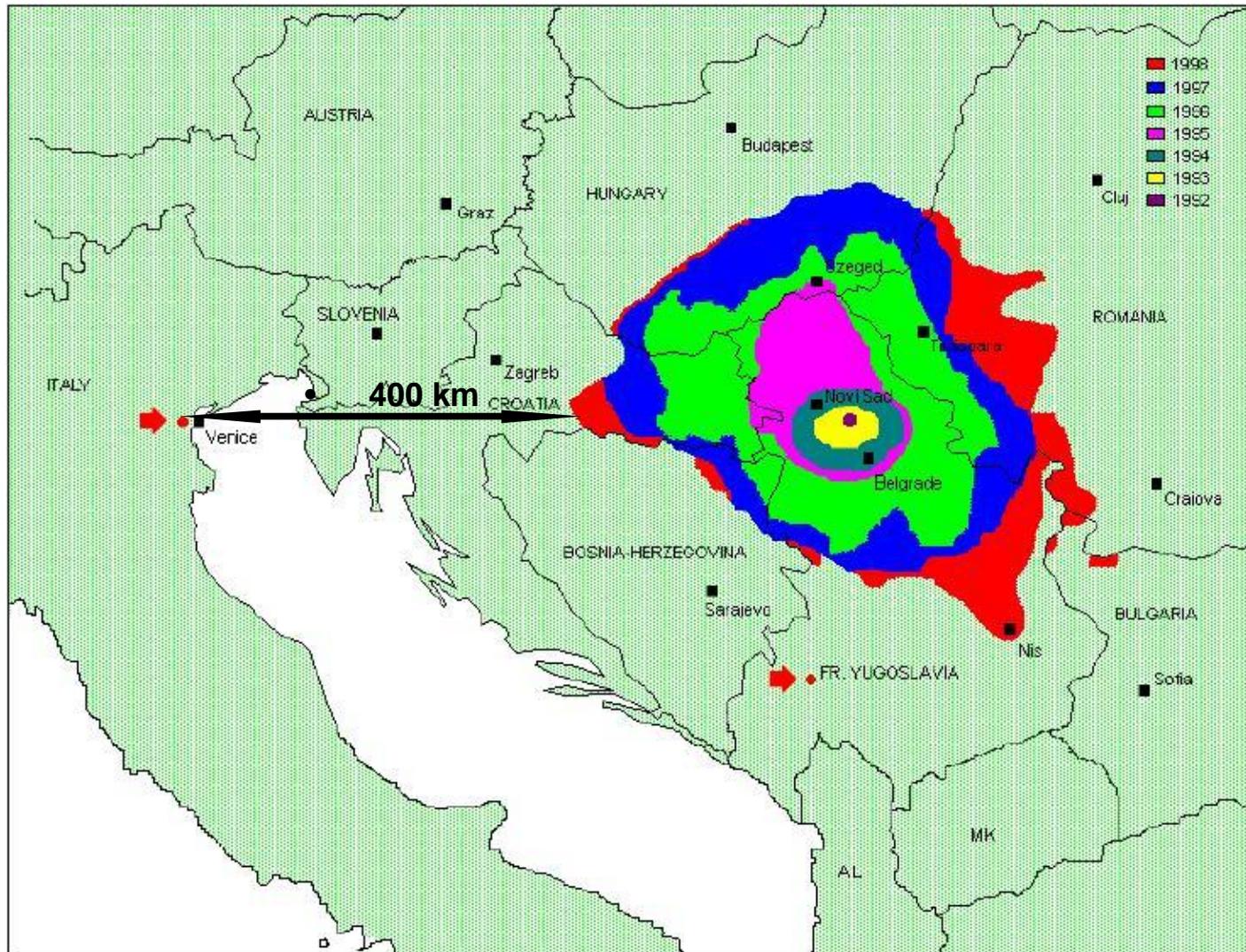
<sup>1</sup>: Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroambientali (DiSTA)-area entomologia, *Alma Mater Studiorum* Università di Bologna, viale Fanin 42, 40127 - Bologna

<sup>2</sup>: Regione Veneto, Unità Periferica per i Servizi Fitosanitari, Viale dell'Agricoltura, 1/A, 37060 Buttapietra (VR)

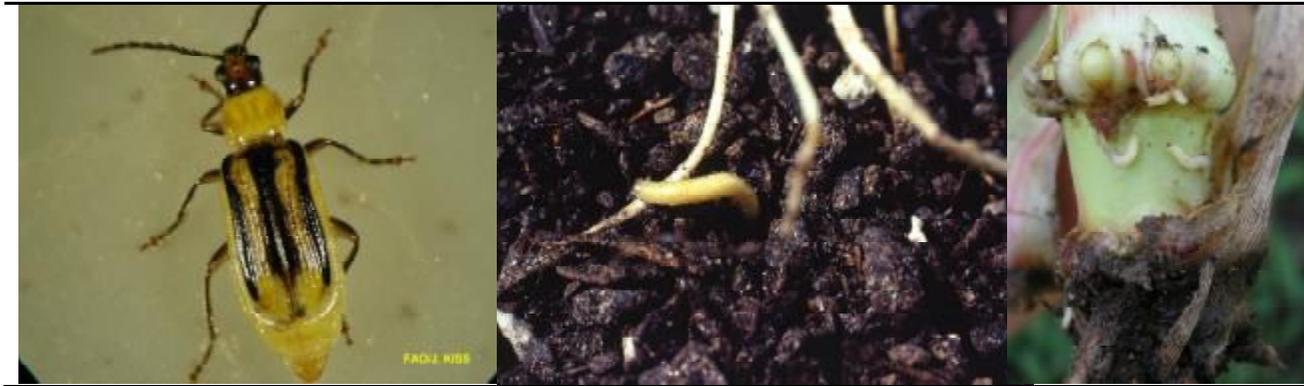
<sup>3</sup>: Coordinatore Gruppo di lavoro Ministeriale *Diabrotica*

<sup>4</sup>: libero professionista, collaboratore Unità Periferica per i Servizi Fitosanitari del Veneto

Approdata in Europa (Serbia) all'inizio anni '90  
In Italia (Veneto) nel 1998 (aeroporto Venezia)  
Campagna di eradicazione in Veneto dal 1999



## *Diabrotica virgifera virifera*



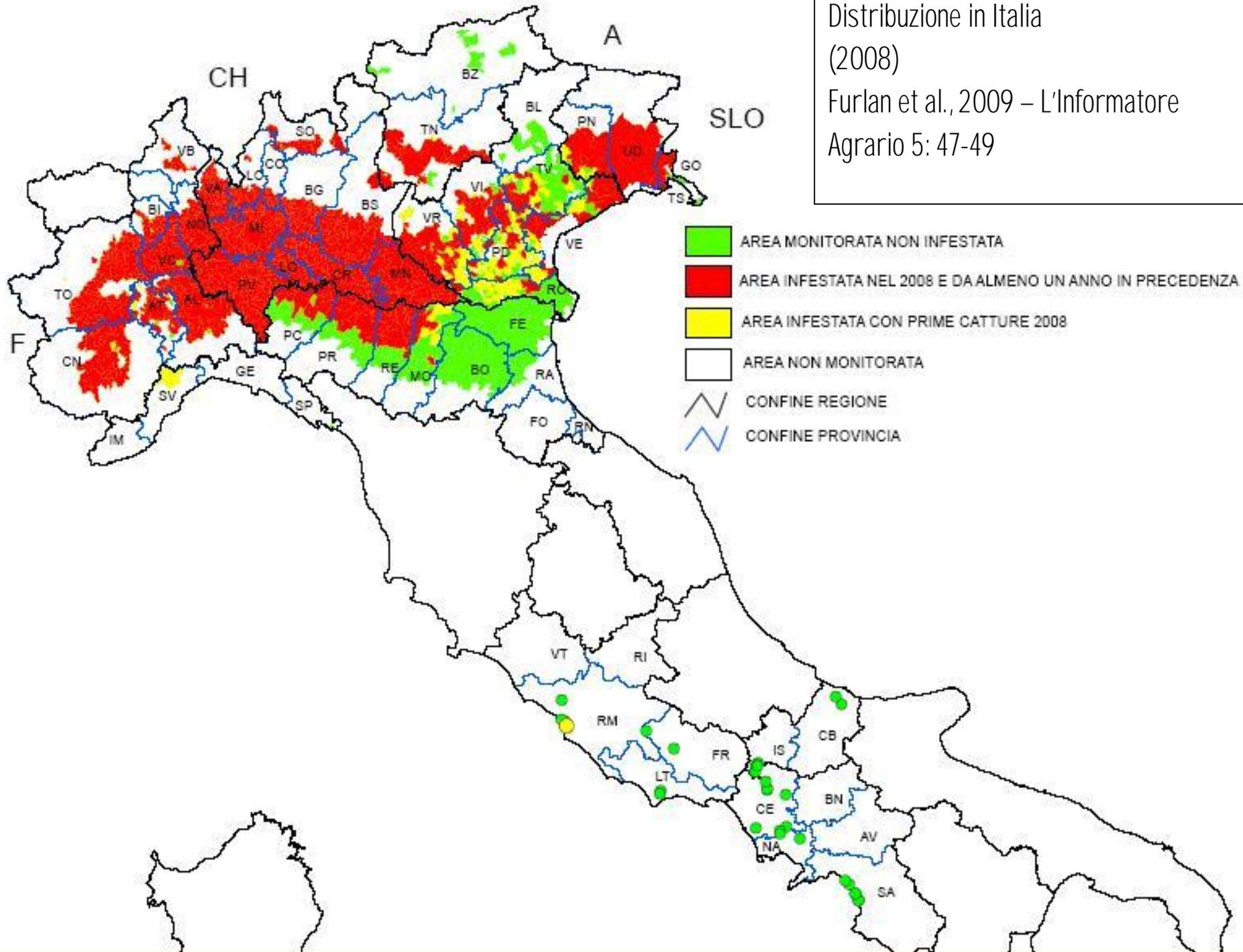
- Monovoltina
- Ovideposizione: campi mais
- Sverna come uovo nel terreno
- Lotta agronomica: rotazione

## Diversi modelli costruiti per *Diabrotica*

- M. temperatura-dipendente che simula la dinamica di popolazione e ovideposizione e integra la fenologia della pianta (Naranjo & Sawyer, 1989)
- M. fenologici basato sui gradi-giorno (Davis et al. 1996; Nowatzki *et al.*, 2002)
- Validazione dei modelli di Davis (1996) e Nowatzki (2002) in Lombardia (Canzi et al., 2006)
- Life-tables* costruite in campi di mais in Europa (Ungheria) (Toepfer & Kuhlmann, 2006)
- M. di espansione della popolazione in Europa temperatura-dipendente basato sul programma INSIM (Hemerik et al., 2004)

Distribuzione in Italia  
(2008)

Furlan et al., 2009 – L'Informatore  
Agrario 5: 47-49



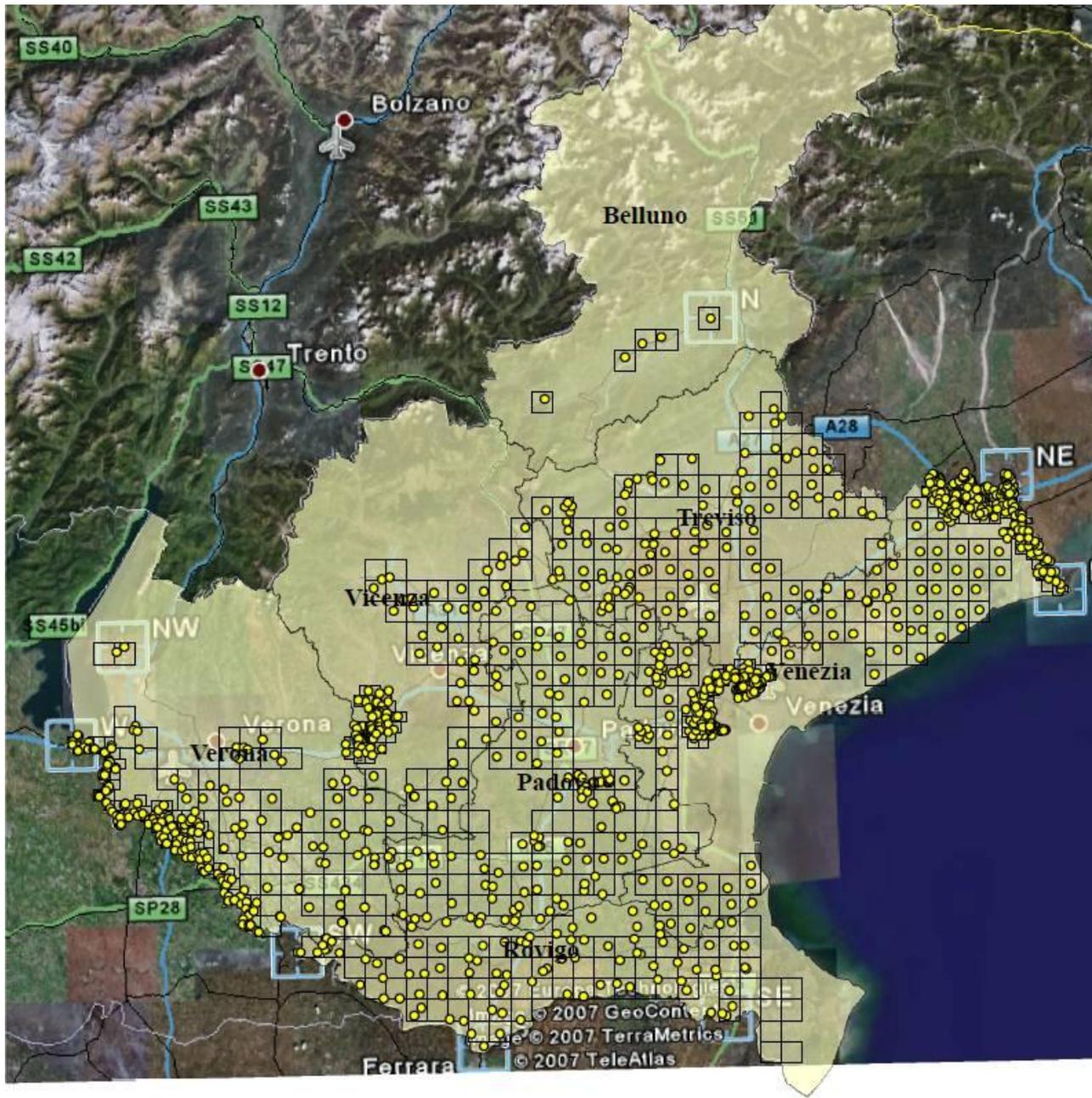
## ATTIVITA' REGIONE VENETO

1999-2005 monitoraggio aree e siti a rischio, e campagna di eradicazione sul territorio regionale

Tecnica: trappole a feromoni PAL

2006-2008: rete di monitoraggio su scala regionale e su base spaziale (trappole geo-referenziate)





## PUNTO DI PARTENZA PROGETTO

Griglia variabile con quadranti a diverse dimensioni

4x4 km (su gran parte del territorio)

2x2 e 1x1 km (alto rischio)

Campionamento stratificato

(eccesso di intensificazione locale: ridondanza trappole)

Elevati costi

1406 trappole (1/quadrante)

## Legenda

- Trappole 2006
- Rete 2006
- Province

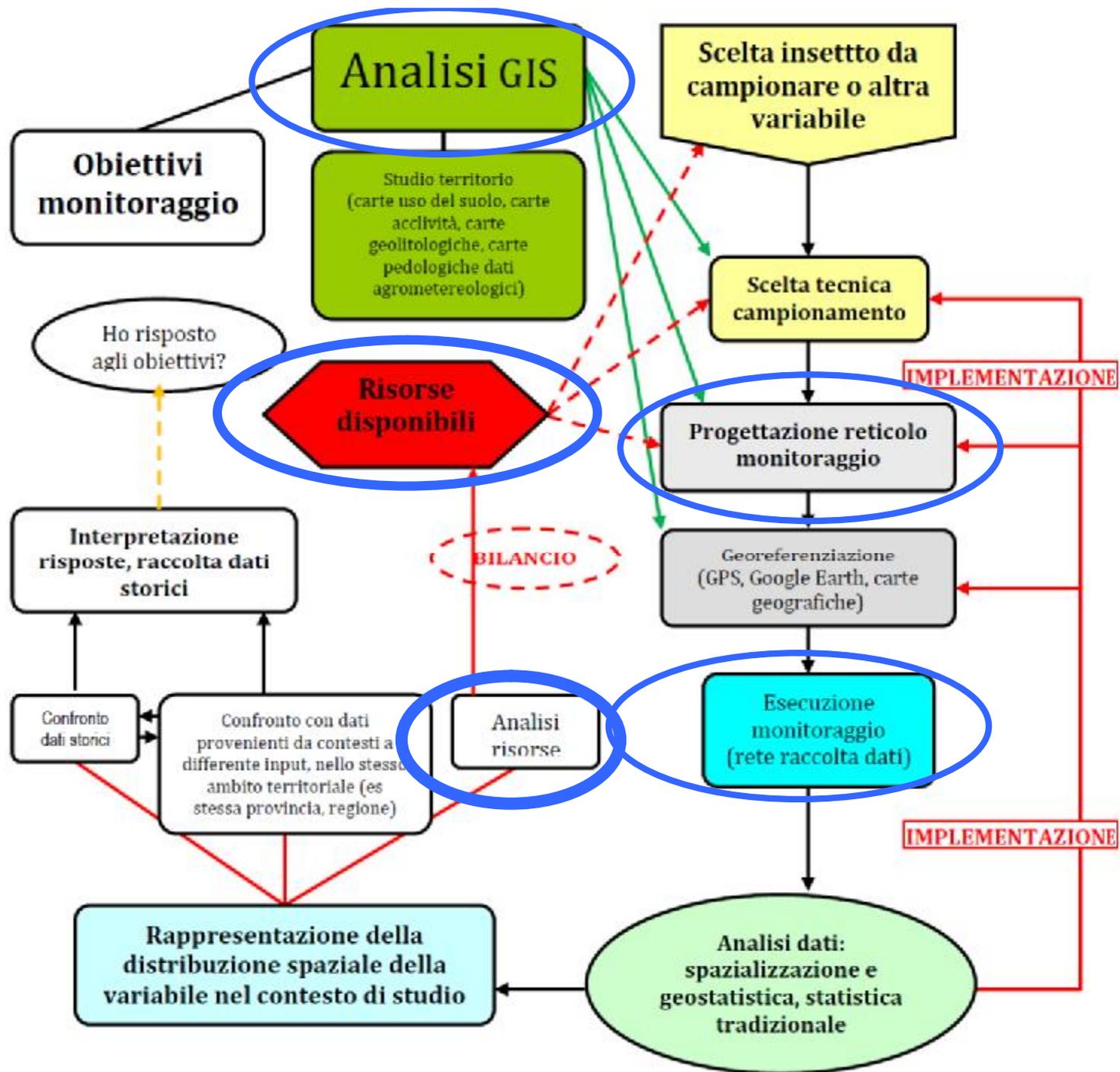
---

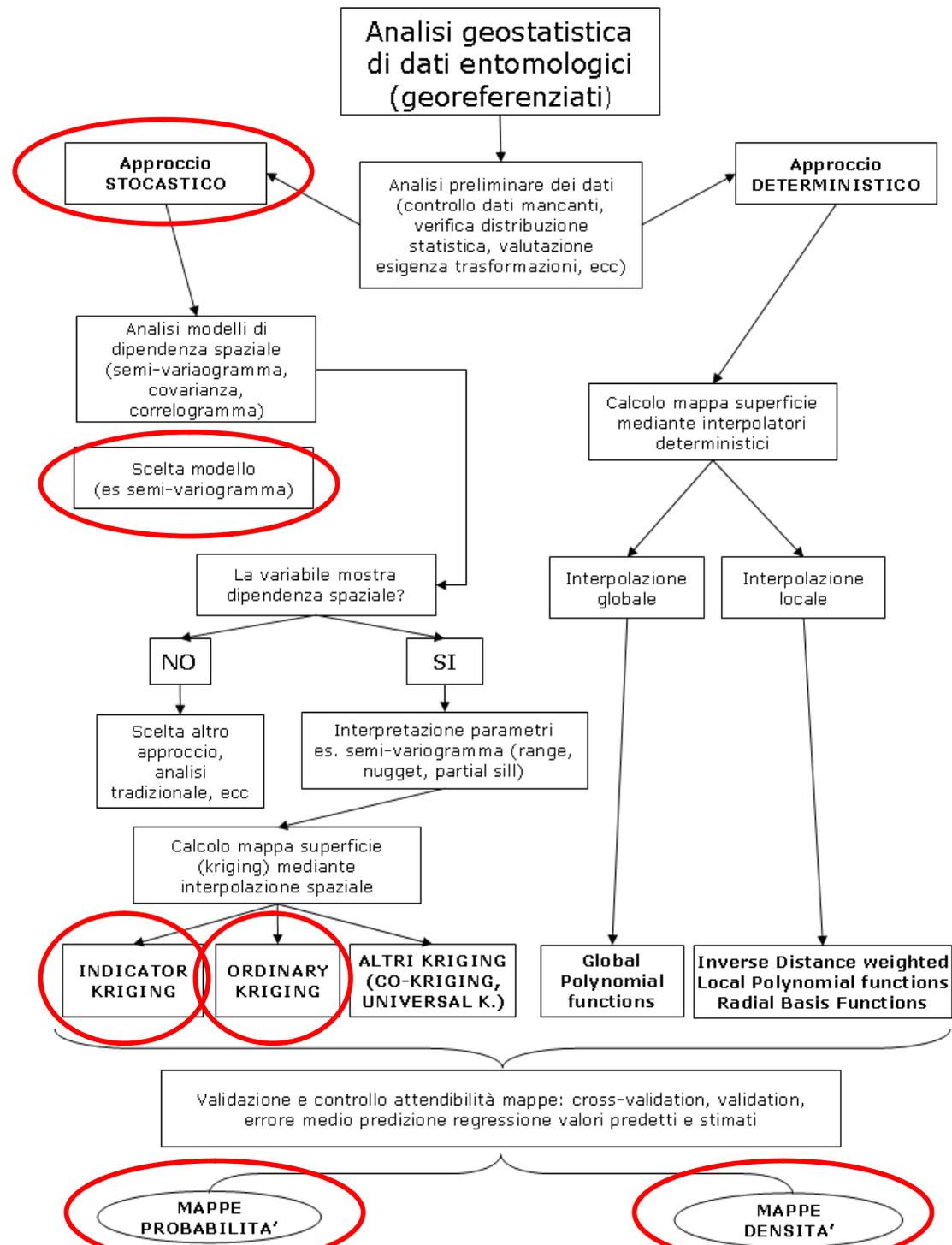
	Trappole utilizzate	Tecnici rilevatori	Compenso per i tecnici (Euro)	N° controlli effettuati	Costo per trappola (Euro) (* )	Totale costo (Euro) (**)
2006	1406	12	74500	5	57	<b>80160</b>

---

# Obiettivi

- Riduzione dei punti mediante pianificazione e ottimizzazione della rete regionale.
- Descrivere l'evoluzione temporale dell'espansione dell'insetto
- Evidenziare le aree a maggior rischio
- Interpretare i pattern spazio-temporali e interfacciarli alle caratteristiche agronomiche e geografiche della regione
  
- Analisi preliminare del tasso demografico in funzione dell'intensità di coltivazione, per identificare parametri predittivi del rischio-diabrotica

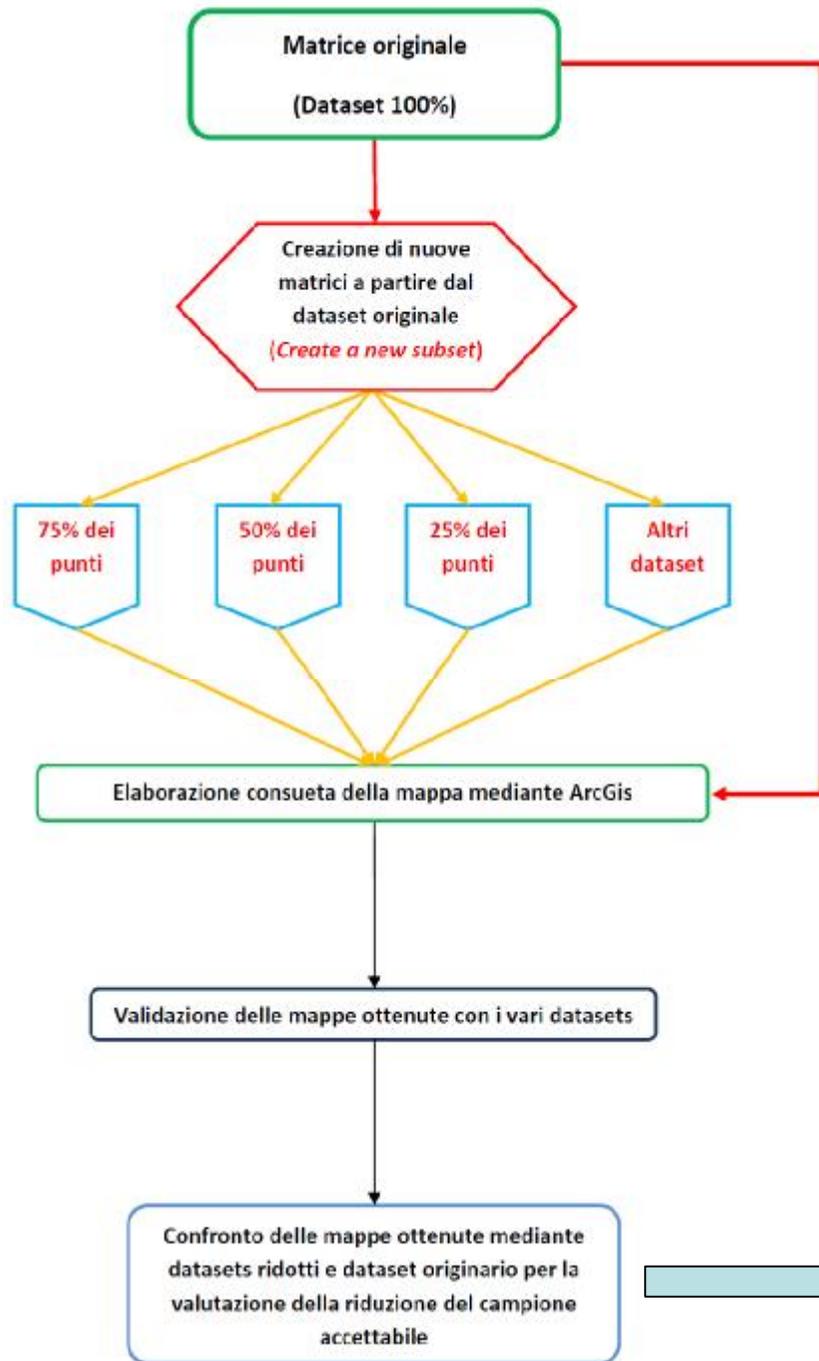




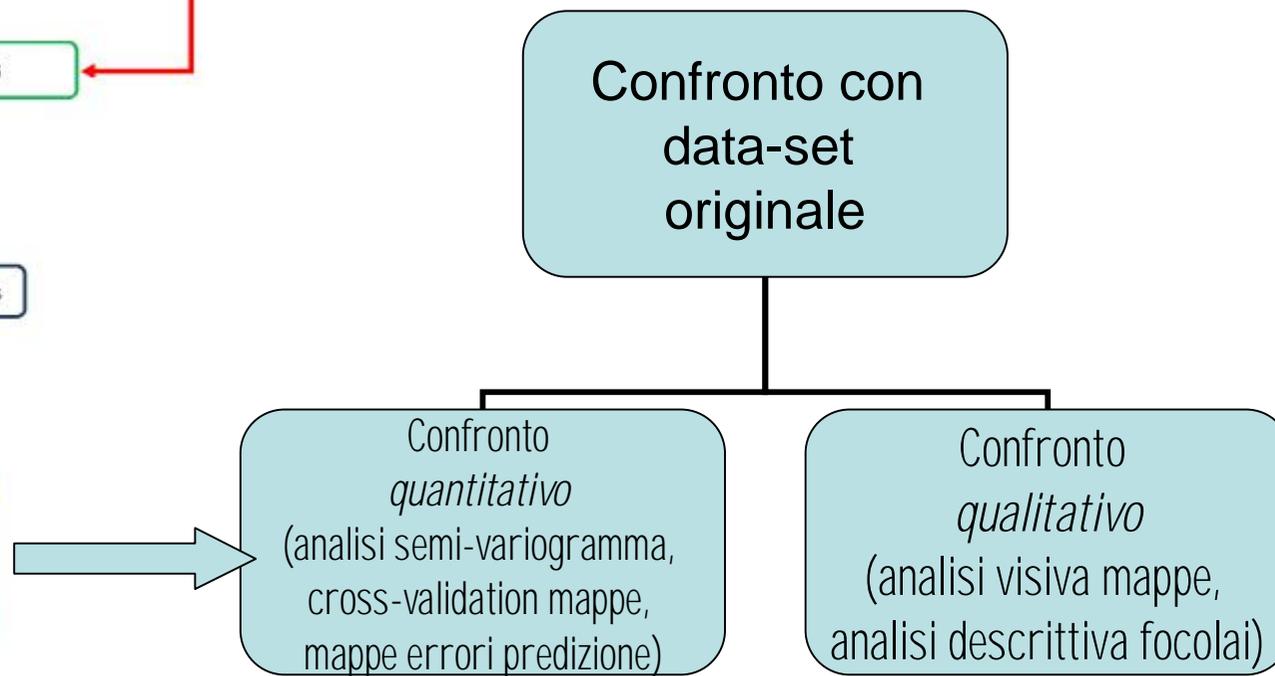
Applicazione di una tecnica di ri-campionamento dei dati per la riduzione ottimale del numero di trappole e ottimizzazione della griglia di campionamento

- 1) I dati vengono ri-campionati estraendo data-set ridotti (es. 75% dati, 50% dati, 25% dati)
- 2) Per la rimozione dei dati viene usato il criterio random stratificato, cioè i dati vengono tolti casualmente ma rispettando il più possibile l'uniformità della griglia (si creano "strati" e le trappole sono rimosse strato per strato)
- 3) Si confrontano i data-set ridotti col data-set originale
- 4) Viene scelto il data-set che mostra buona concordanza coi dati originali e che consenta risparmio di trappole

BURGIO G, RAGAGLINI G., PETACCHI R., FERRARI R., REGGIANI A., POZZATI M., FURLAN L., 2006 - Spatial analysis of *Agriotes sordidus* (Coleoptera Elateridae) populations by geostatistics and GIS: preliminary results in a rural farm of northern Italy. *Poster. Spatial Data Methods for Environmental and Ecological Processes*. Foggia-Baia delle Zagare, 14-15 settembre 2006

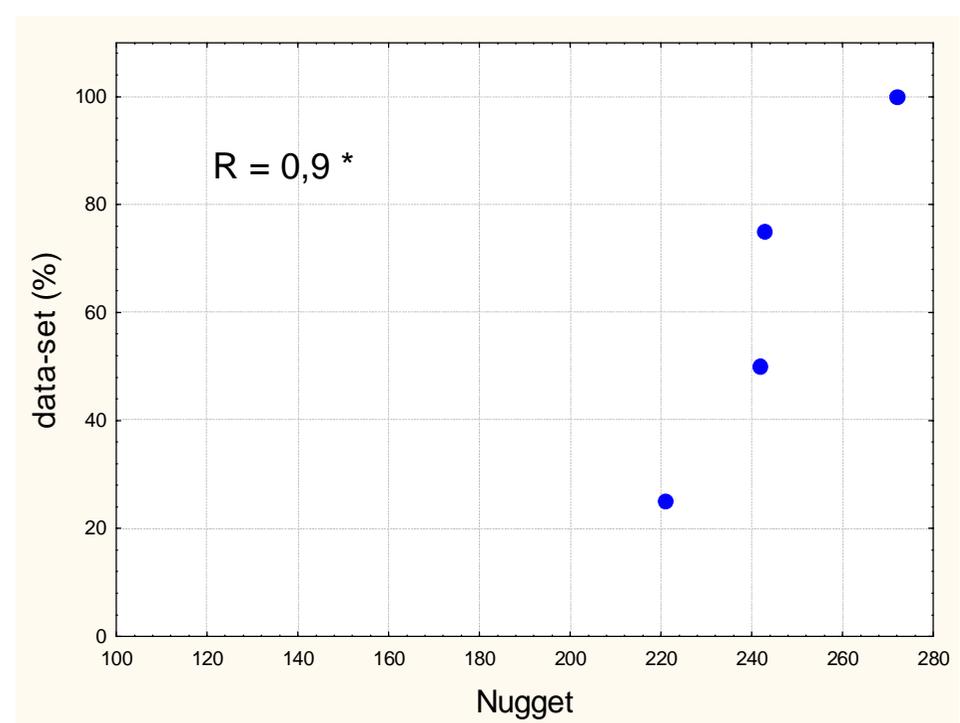
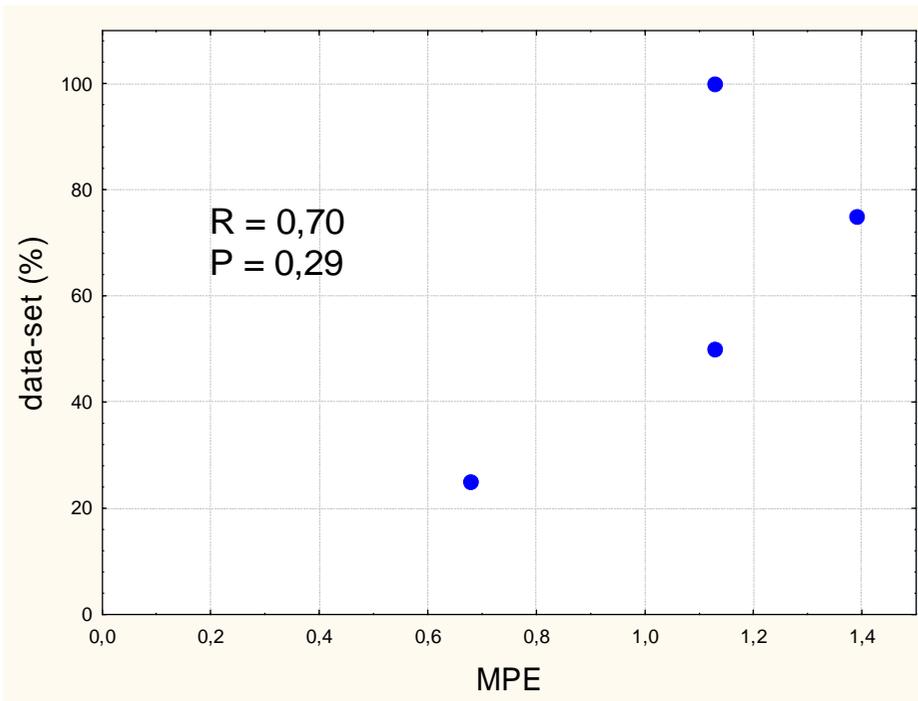


ArcGIS™ 9.0 by Esri™



## Analisi semivariogrammi ed errore medio predizione ordinary kriging (MPE)

Anno	Parametro analizzato	Data-set analizzato	Semi-variogramma	Range (m)	Partial sill	Nugget	MPE	
2006	Totale catture/trappola	100%	Esponenziale	131090	78892	259,9	272,1	1,13
2006	Totale catture/trappola	75%	Tetrasferico	65689		265,4	243,7	1,39
2006	Totale catture/trappola	50%	Esponenziale	131070	78904	236,1	242,4	1,13
2006	Totale catture/trappola	25%	Esponenziale	126850	81973	167,1	221,2	0.68

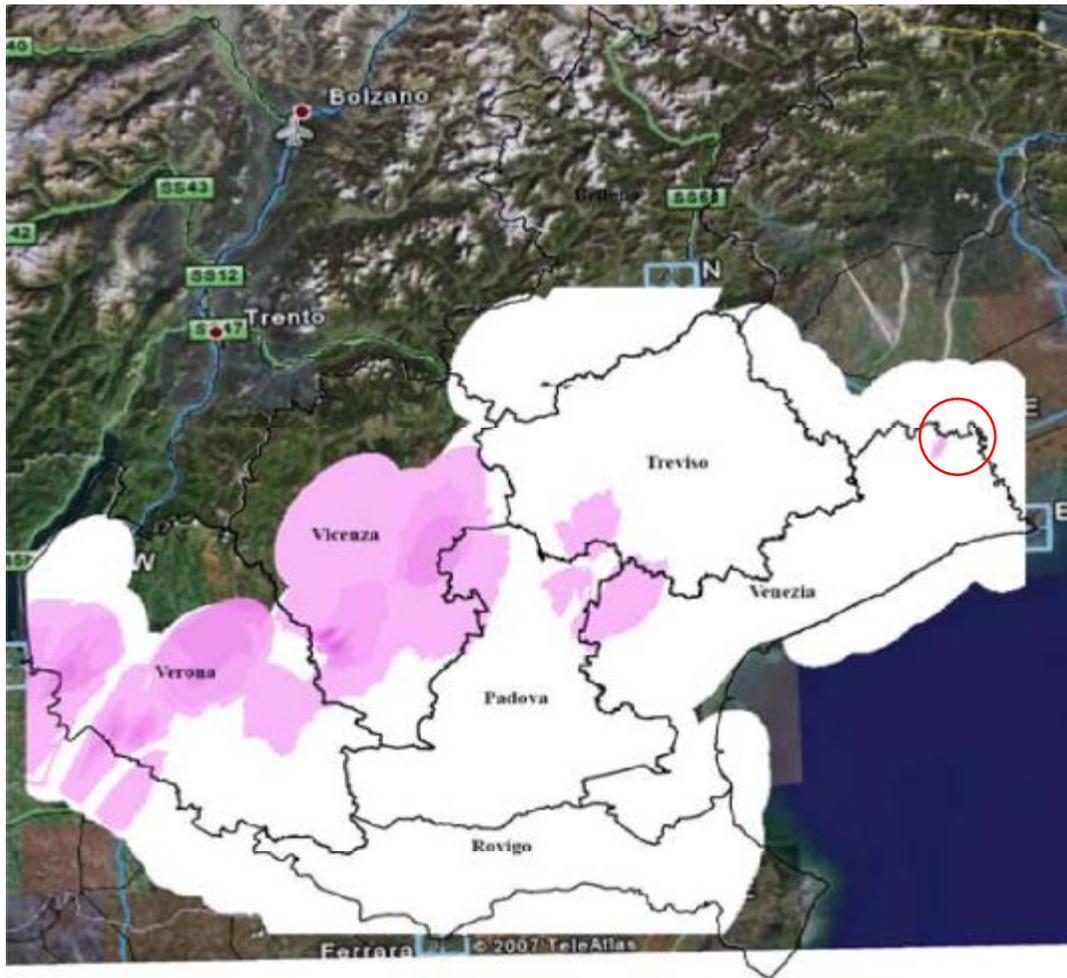


Un'interpretazione può essere che la ridondanza locale di trappole generi un aumento del rumore di fondo

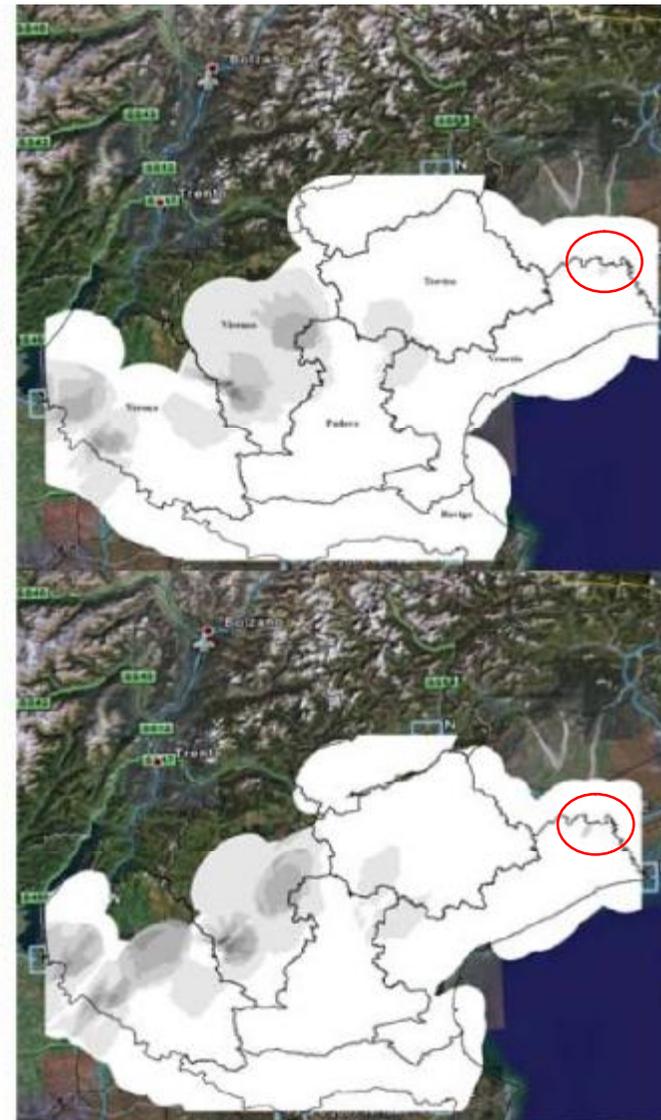
Anno	Parametro analizzato	Data-set analizzato	<i>Partial sill/sill</i>
2006	Totale	100%	0.49
	catture/trappola	1340 trappole	
2006	Totale	75%	0.52
	catture/trappola		
2006	Totale	50%	0.49
	catture/trappola		
2006	Totale	25%	0.43
	catture/trappola		

**Riduzione ottimale**

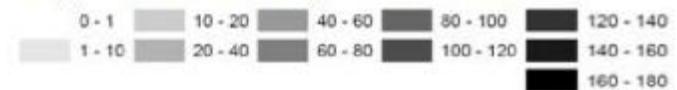
Elaborazione con il 75% dei dati: nessuna perdita informazione!  
 2 mappe ridotte che corrispondono a due estrazioni diverse



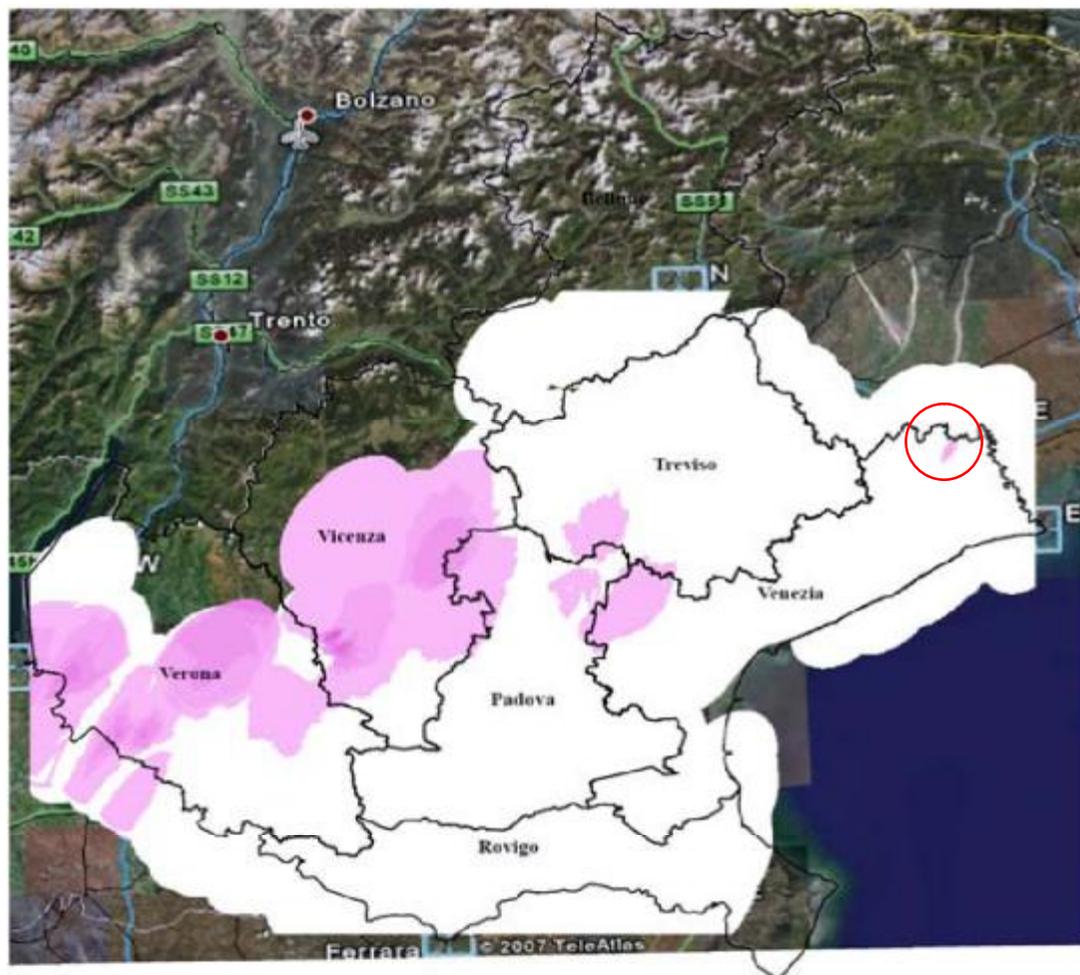
**Catture totali del 2006**



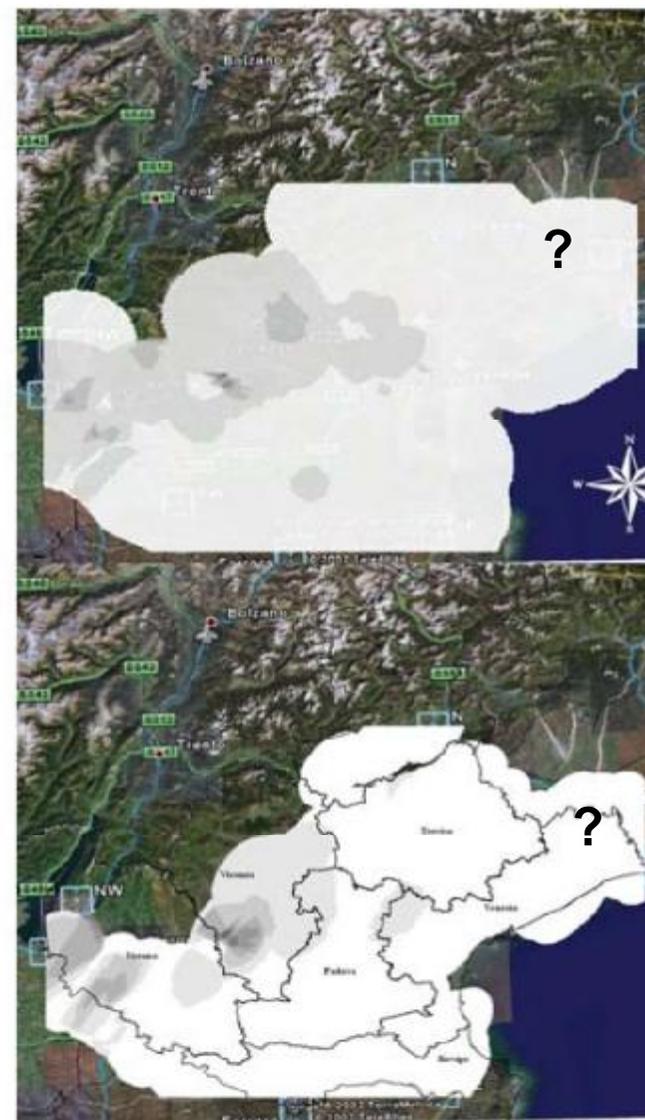
**Mappa con 75% dei dati (riduzione automatica)**



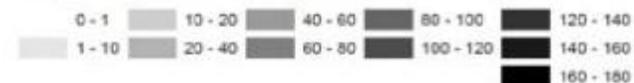
# Elaborazione con il 50% dei dati: perdita informazione

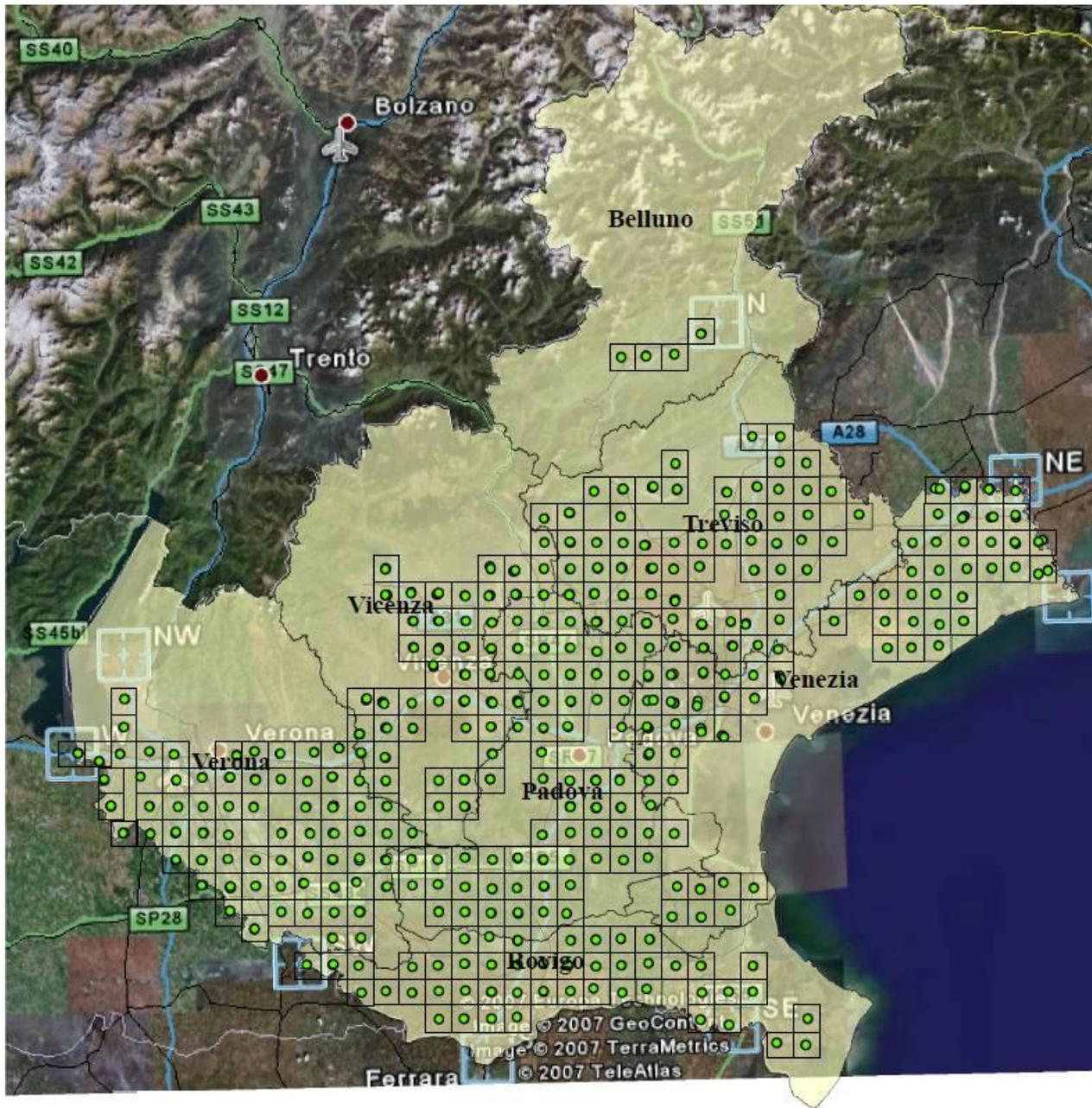


**Catture totali del 2006**



**Mapa elaborata con il 50% dei dati**





341 quadranti 5x5 km

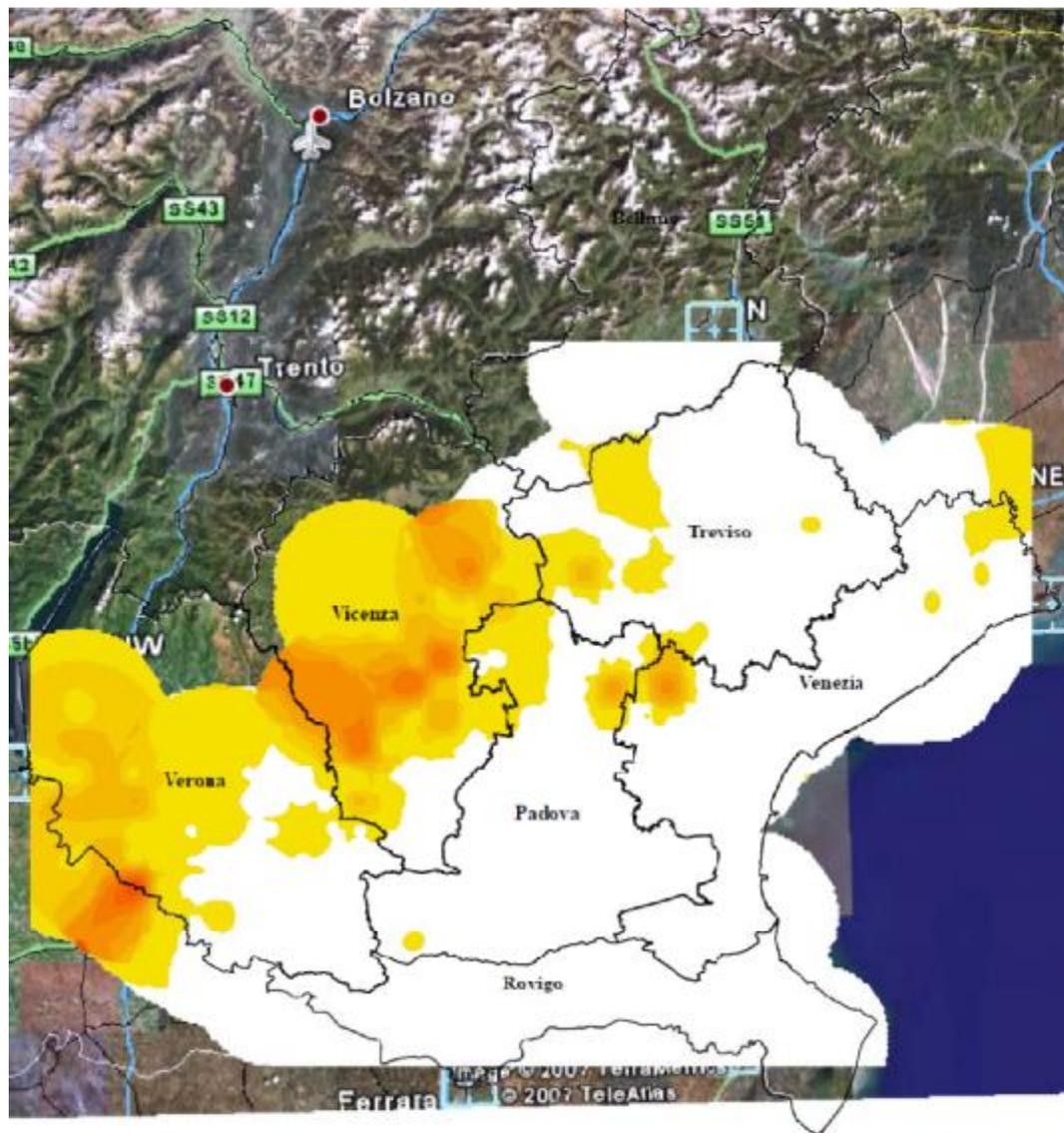
2-4 trappole/quadrante

936 trappole

Maggior uniformità rete

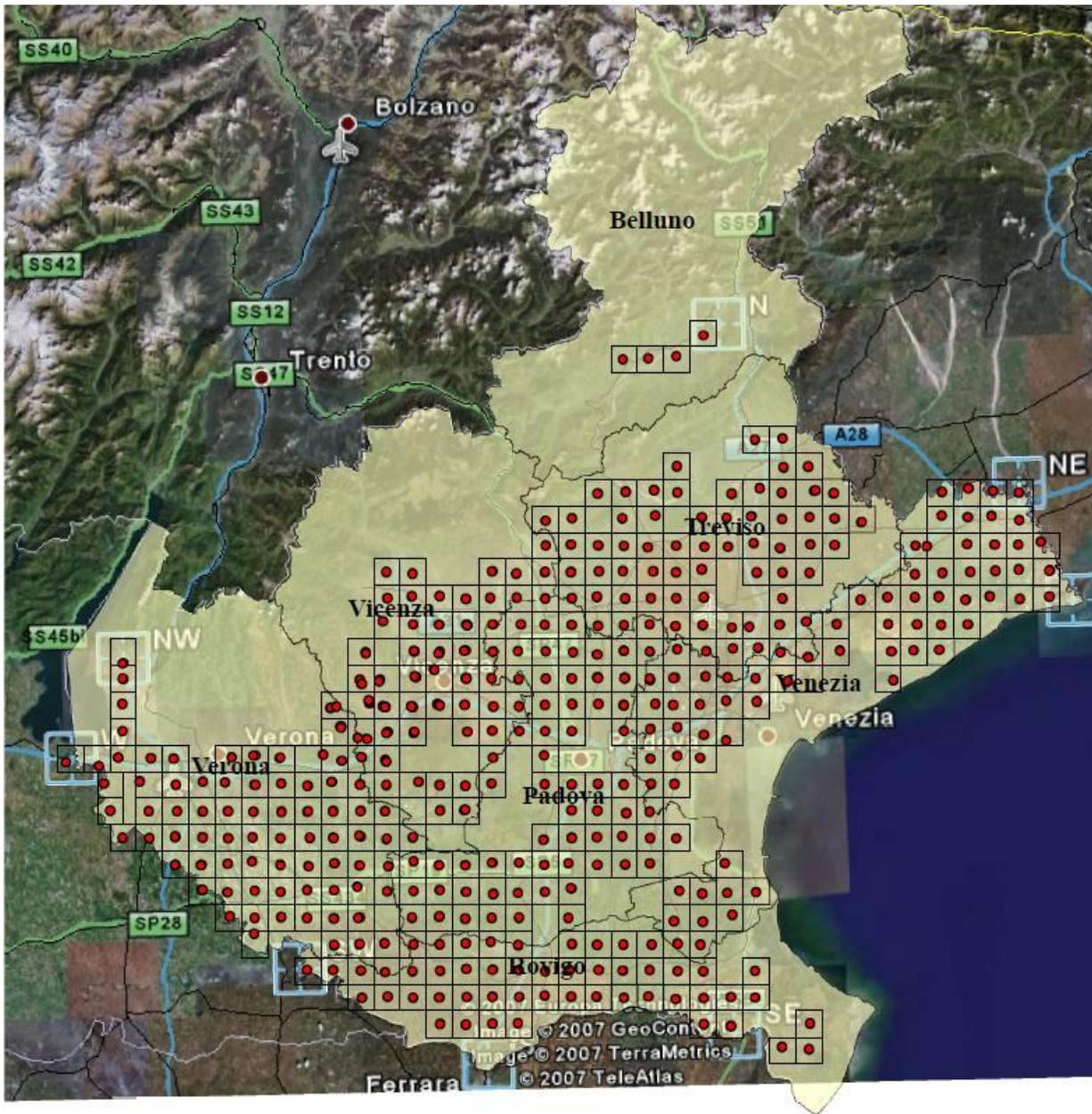
### Legenda

- Trappole 2007
- Rete 2007
- Province



**Catture del 2007**





379 quadranti 5x5 km

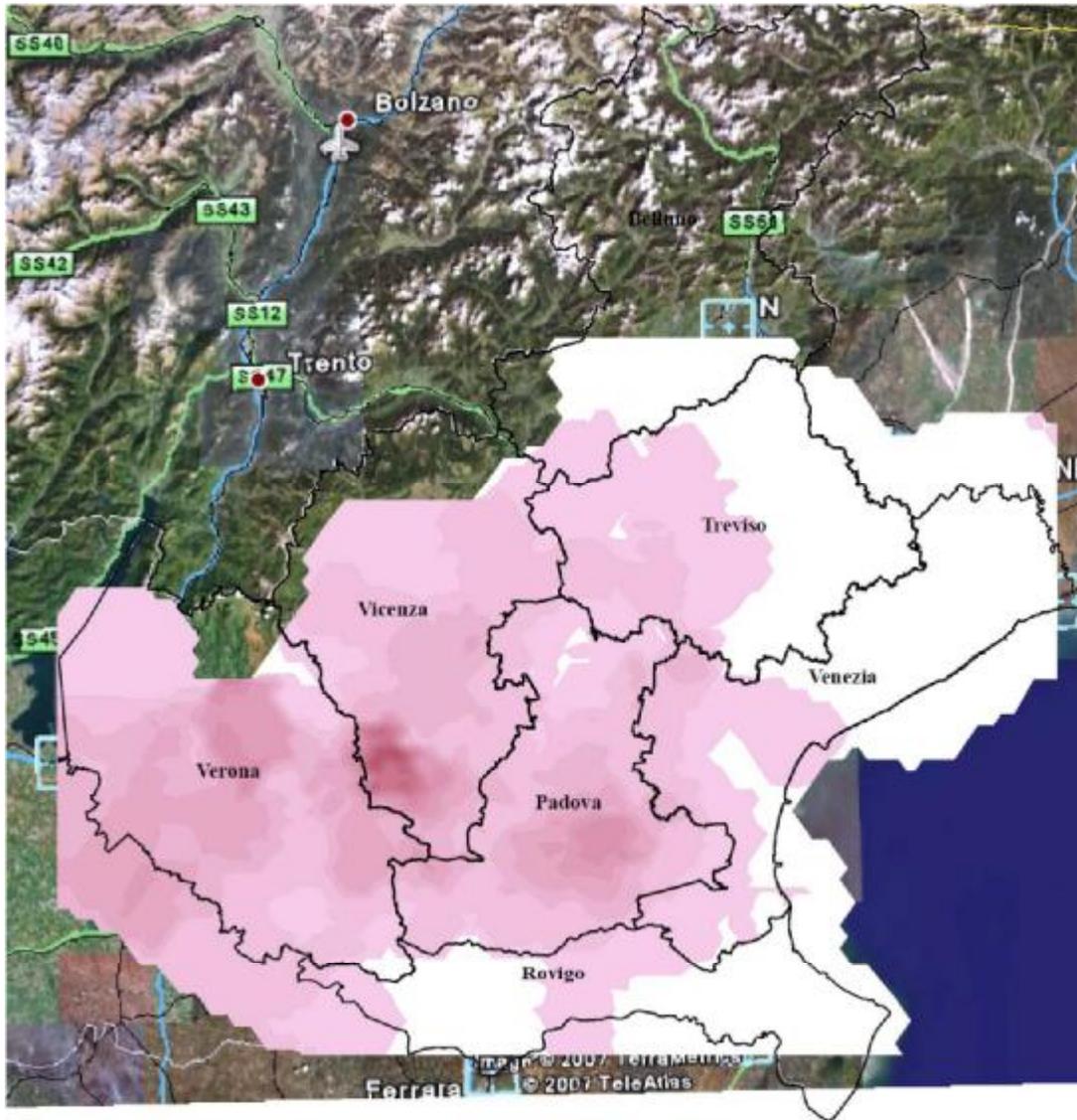
2-4 trappole/quadrante

riduzione dei quadranti con  
4 trappole

810 trappole

### Legenda

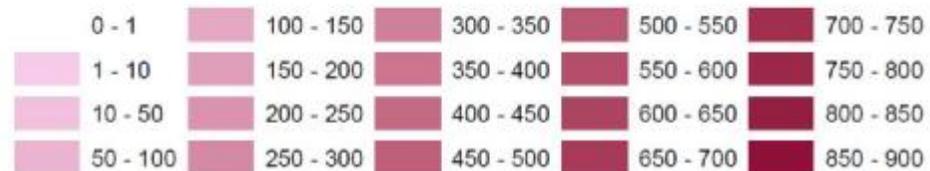
- Trappole 2008
- Province
- Rete 08



*Diabrotica* insediata in tutta la regione

Pattern molto aggregato.

### Catture del 2008



Anno	Parametro analizzato	No trappole	<i>Partial sill/sill</i>
2007	Totale catture/trappola	936	0.26
2008	Totale catture/trappola	810	0.57

→ Aumento *nugget*

Analisi con *Ordinary Kriging* ha permesso:

- Ø Tutte le mappe ORDINARY KRIGING mostrate hanno validità statistica
- Ø Ottimizzazione delle rete: uniformità di monitoraggio importante per superfici così ampie, anche in funzione dei costi di gestione del monitoraggio
- Ø Riduzione del numero di trappole, equivalente ad una riduzione dei costi.
- Ø Diminuendo i punti di campionamento in una situazione di sovra-dimensionamento (ridondanza), diminuisce generalmente il rumore di fondo (nugget)

# Vantaggi economici dell'ottimizzazione della rete

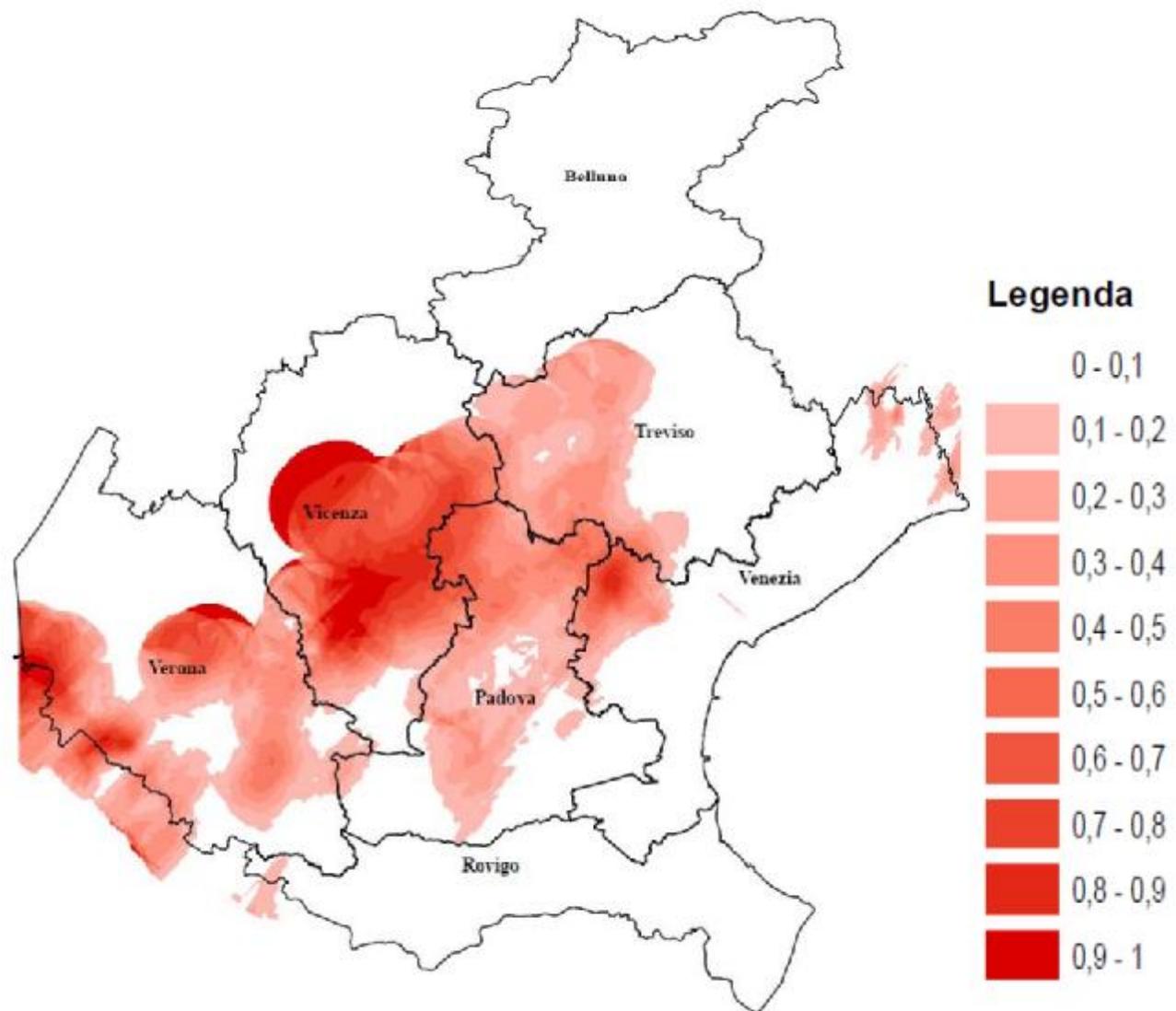
	Trappole utilizzate	Tecnici rilevatori	Compenso per i tecnici (Euro)	N° controlli effettuati	Costo per trappola (Euro) (*)	Totale costo (Euro) (**)
2006	1406	12	74500	5	57	<b>80160</b>
2007	936	11	54500	4	62	<b>58200</b>
2008	810	11	36000	2	49	<b>40000</b>

## Parametri semi-variogrammi ottenuti con *Indicator Kriging*

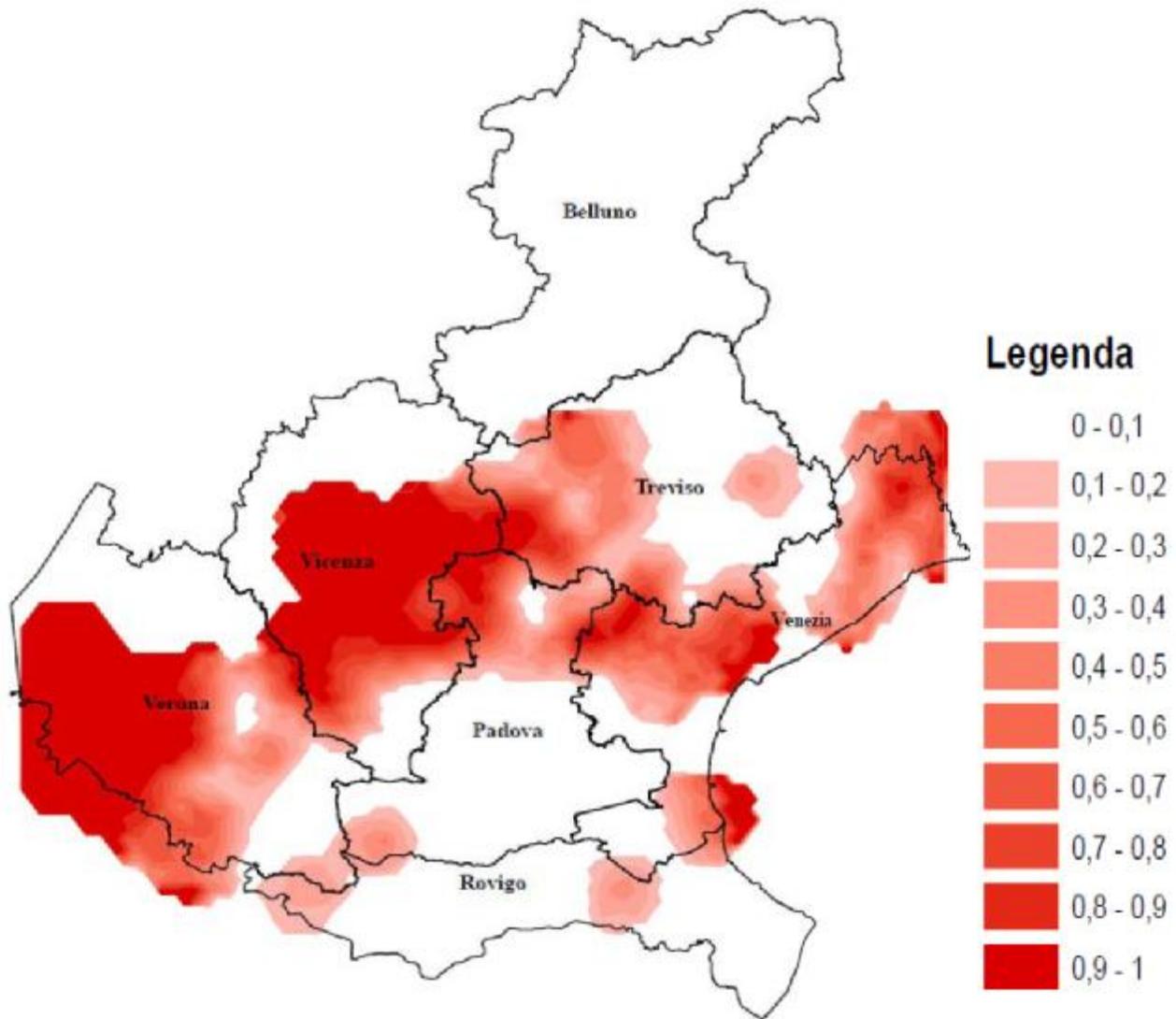
Anno	Cut-off	Semi-variogramma	Range (m)		Partial sill (C <sub>0</sub> )	Nugget (N <sub>0</sub> )	C <sub>0</sub> / C <sub>0</sub> + N <sub>0</sub>
2006	0	Esponenziale	179480	84302	0,145	0,08	0,64
2007	0	Esponenziale	174740	89791	0,162	0,104	0,61
2008	0	Gaussiano	162780		0,271	0,127	0,68
2008	200*	Esponenziale	40818		0,043	0,021	0,67

Anno	Cut-off	Mean predicted error	R	P	R Spearman
2006	0	- 0,002	0,69	<0,01	0,63*
2007	0	- 0,001	0,75	<0,01	0,70*
2008	0	0,002	0,69	<0,01	0,69*
2008	200*	0,002	0,58	<0,01	0,52*

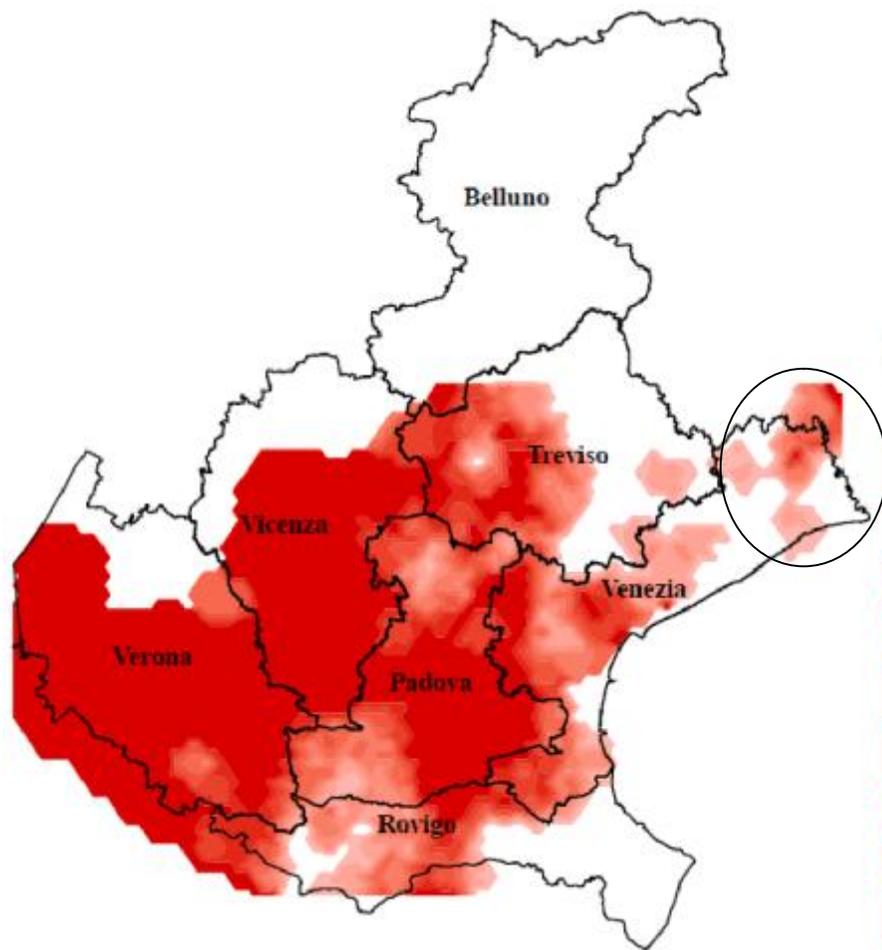
(\*): Valore ritenuto adeguato alla rappresentazione di situazioni di elevata infestazione: soglia di allerta.



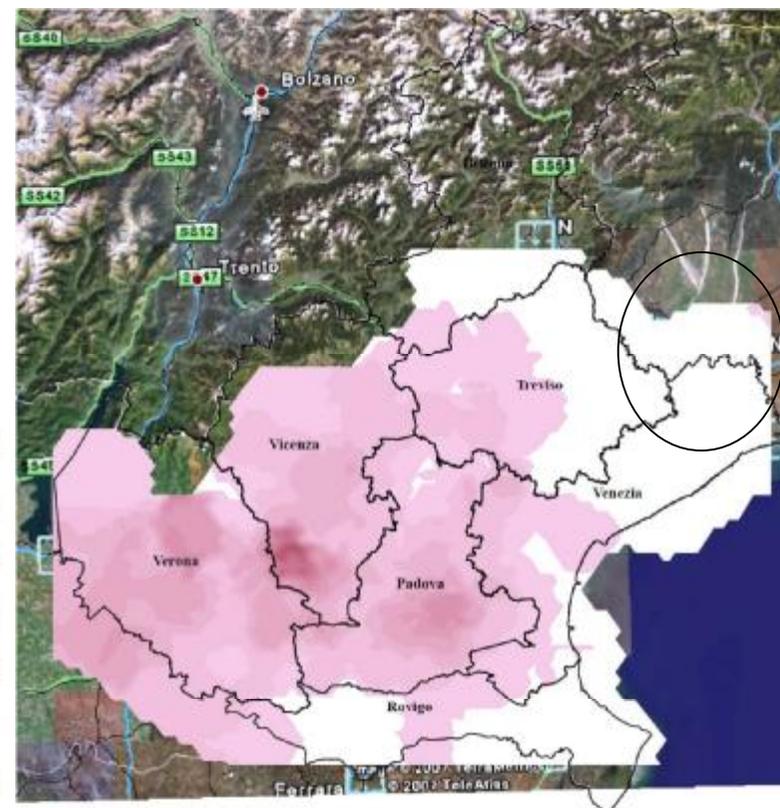
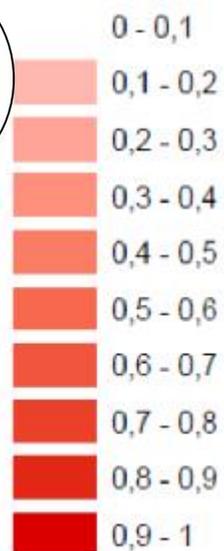
2006



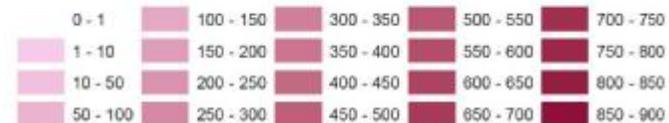
2007



### Legenda



### Catture del 2008

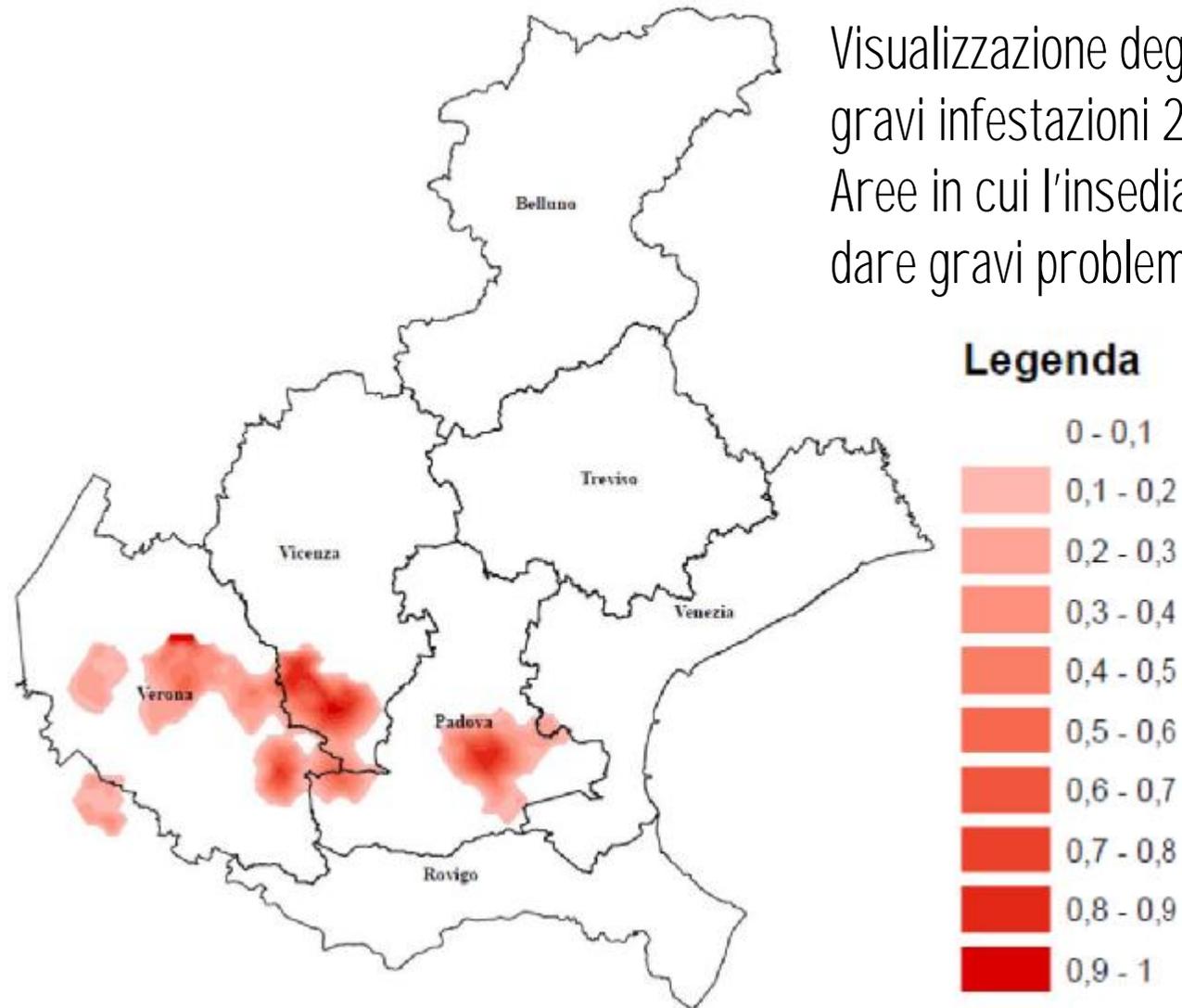


2008

*Indicator K.* sensibile per descrivere la presenza dell'insetto in zone a bassa densità media, che sono sottostimate dall'*ordinary kriging*

- ∅ L'indicator kriging descrive molto bene la dinamica dell'infestazione nel tempo
- ∅ Le mappe probabilistiche visualizzano bene le dinamiche di presenza dell'insetto in aree a bassa infestazione
- ∅ Su scala regionale, l'ordinary kriging può sotto-stimare (e non mettere in risalto) zone a basse densità, che sono "schiacciate" rispetto a zone ad alta densità
- ∅ Es. confine nord-est Veneto

Visualizzazione degli areali a maggiori rischio di gravi infestazioni 2008 (aree di allerta).  
Aree in cui l'insediamento della popolazione può dare gravi problemi.



*Indicator Kriging*

*cut-off di 200 adulti/trappola*

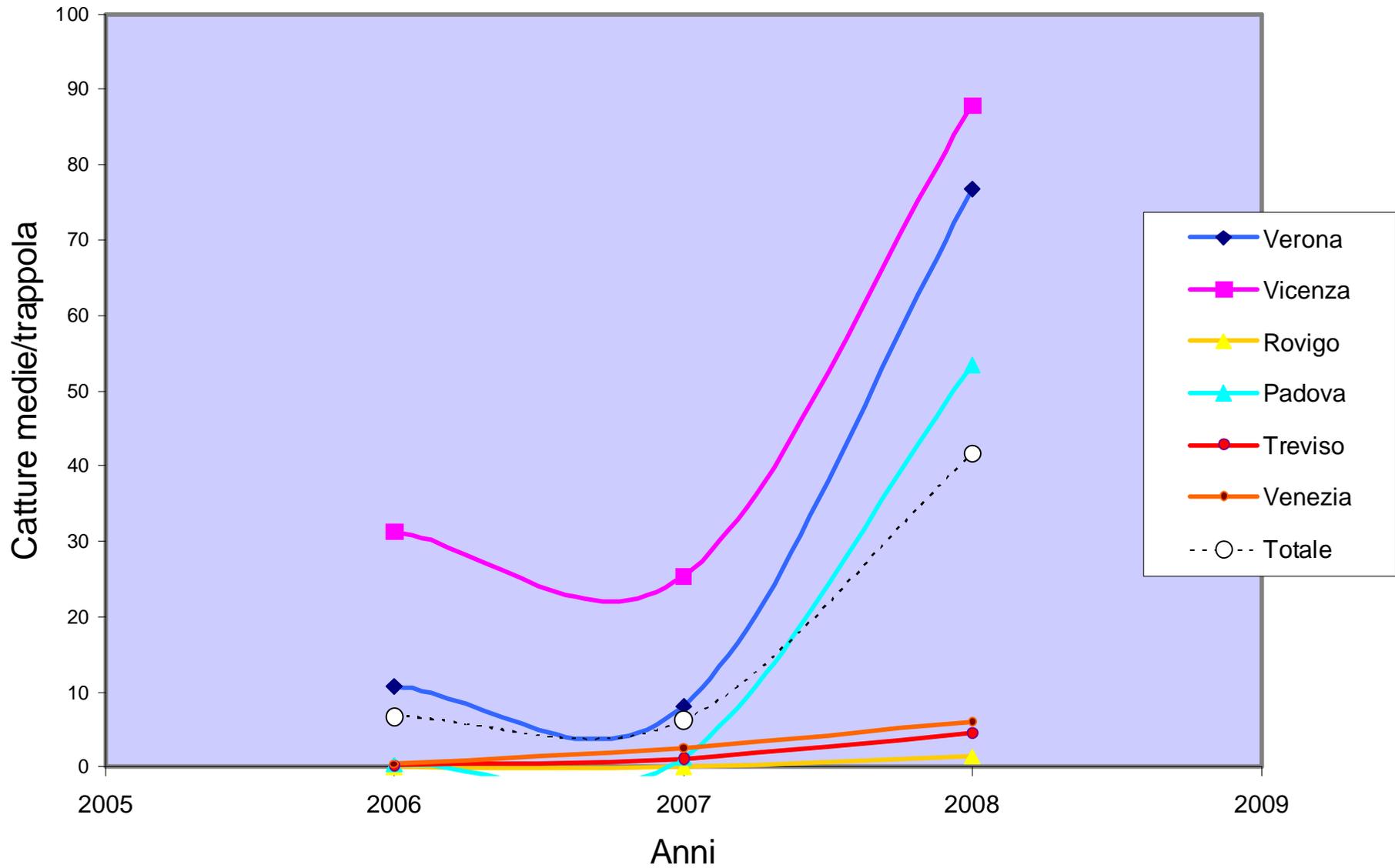
2008

- Ø Approccio stocastico potente per l'ottimizzazione delle rete di monitoraggio
- Ø *Ordinary kriging* efficace per valutare il pattern spaziale e per reimpostare simulazioni di riduzione (ottimizzazione) della rete
- Ø Dinamica di espansione visualizzata in maniera chiara ed evidente mediante *Indicator Kriging*.
- Ø Evoluzione spazio-temporale delle catture molto variabile tra le varie province.
- Ø Le province a maggiori rischio al 2008 sono Vicenza, Verona e Padova.
- Ø Non va sottovalutato il trend di crescita nelle province di Treviso, Venezia e Rovigo.
- Ø La fotografia attuale ottenuta col monitoraggio (basilare) è sufficiente???

# Analisi preliminare del tasso demografico in funzione dell'area di coltivazione

- Fitofagi che presentano 1 generazione/anno
- Insetti le cui popolazioni non sono regolate in modo massiccio da nemici naturali
- *Diabrotica* in Europa (Ungheria, Croazia, Jugoslavia), al momento, non sembra attaccata da nemici naturali (Toepfer & Kuhlmann, 2004)
- Lo scopo è stato di valutare preliminarmente le potenzialità di un simile approccio

# Analisi preliminare del tasso demografico in funzione delle singole province



# Analisi preliminare del tasso demografico in funzione della provincia

Tasso istantaneo di incremento ( $r_i$ )

$$r_i = \frac{\ln(N_t / N_0)}{t}$$

$\lambda = \text{anti } \ln (r)$

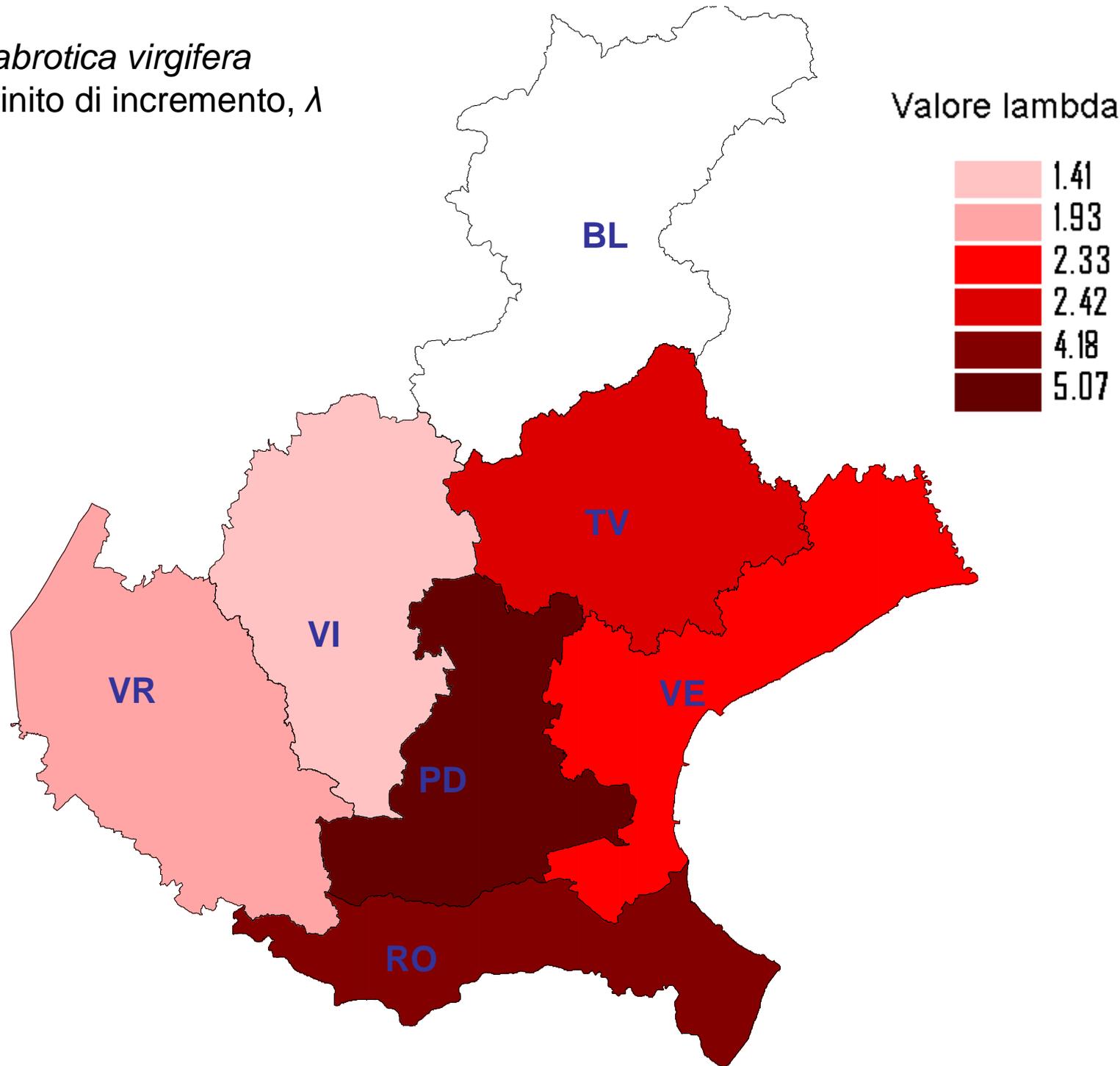
Parametro	VERONA	VICENZA	ROVIGO	PADOVA	TREVISO	VENEZIA	REGIONE
$r$	0.65	0.34	1.43	1.62	0.88	0.84	0.60
$\lambda$	1.93	1.41	4.18	5.07	2.42	2.33	1.83

# Da Toepfer & Kuhlmann (2006)

- Life tables di campo in Ungheria
- 2001 → 2002: popolazione aumentata secondo un fattore di moltiplicazione = 4.5
- 2002 → 2003: aumentata secondo un fattore = 2
- Incremento in 2 generazioni = fattore 6
  
- Mortalità uovo → adulto (99%)
- Mortalità I stadio larvale (94%)

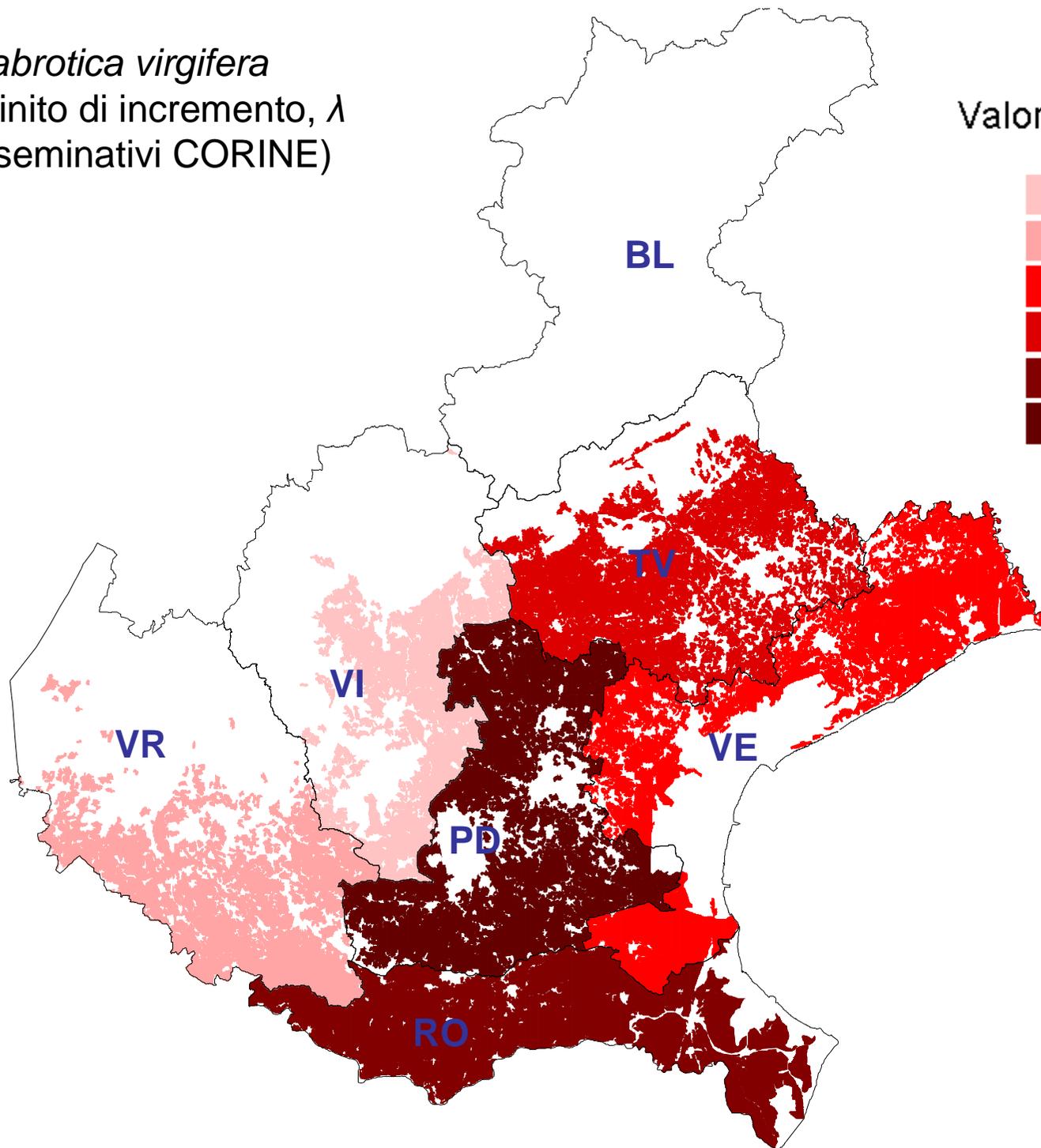
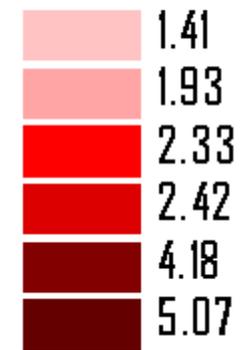
*Diabrotica virgifera*  
Tasso finito di incremento,  $\lambda$

Valore lambda



*Diabrotica virgifera*  
Tasso finito di incremento,  $\lambda$   
(base seminativi CORINE)

Valore lambda

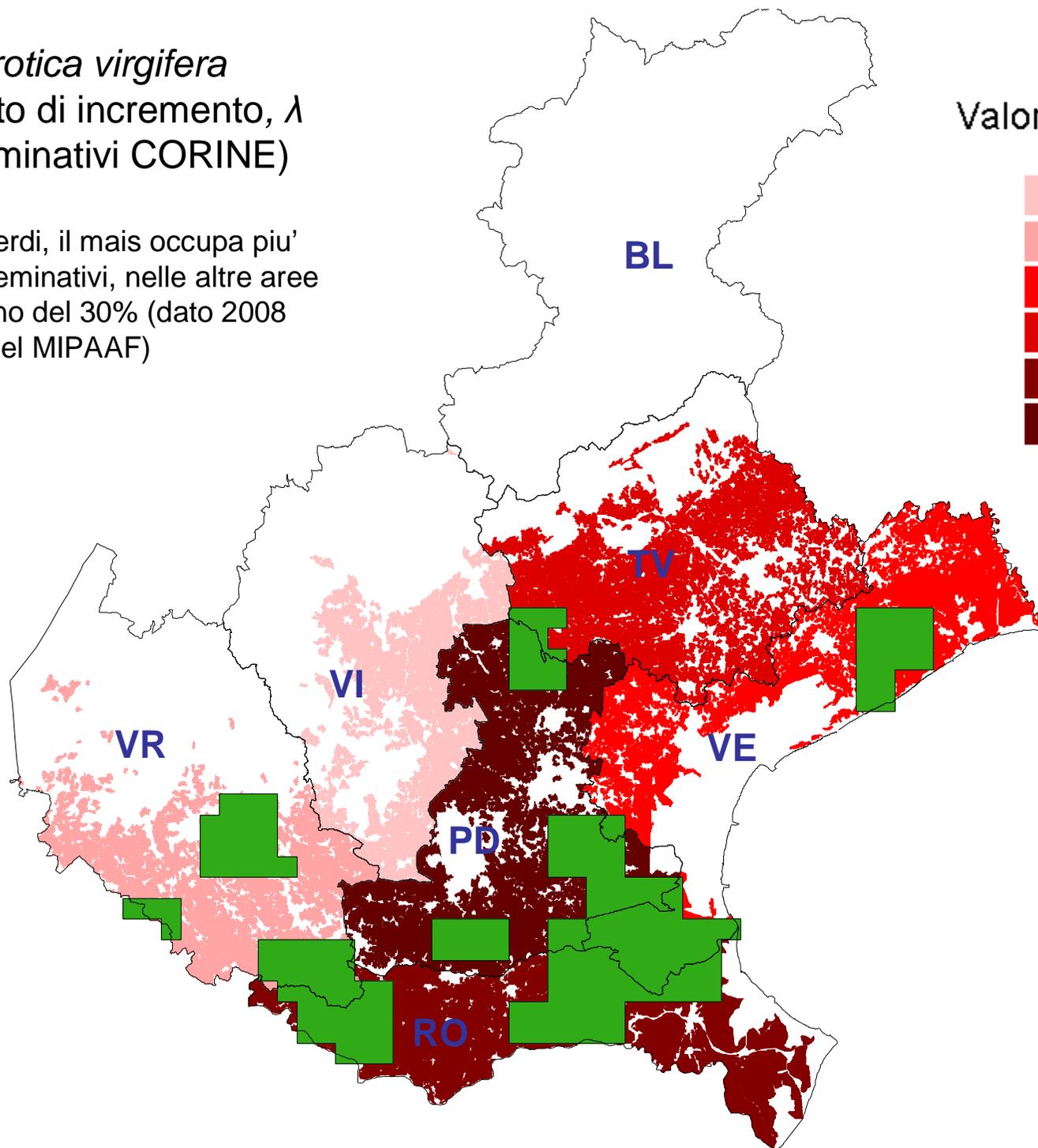
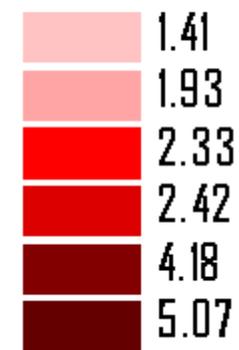


## *Diabrotica virgifera*

Tasso finito di incremento,  $\lambda$   
(base seminativi CORINE)

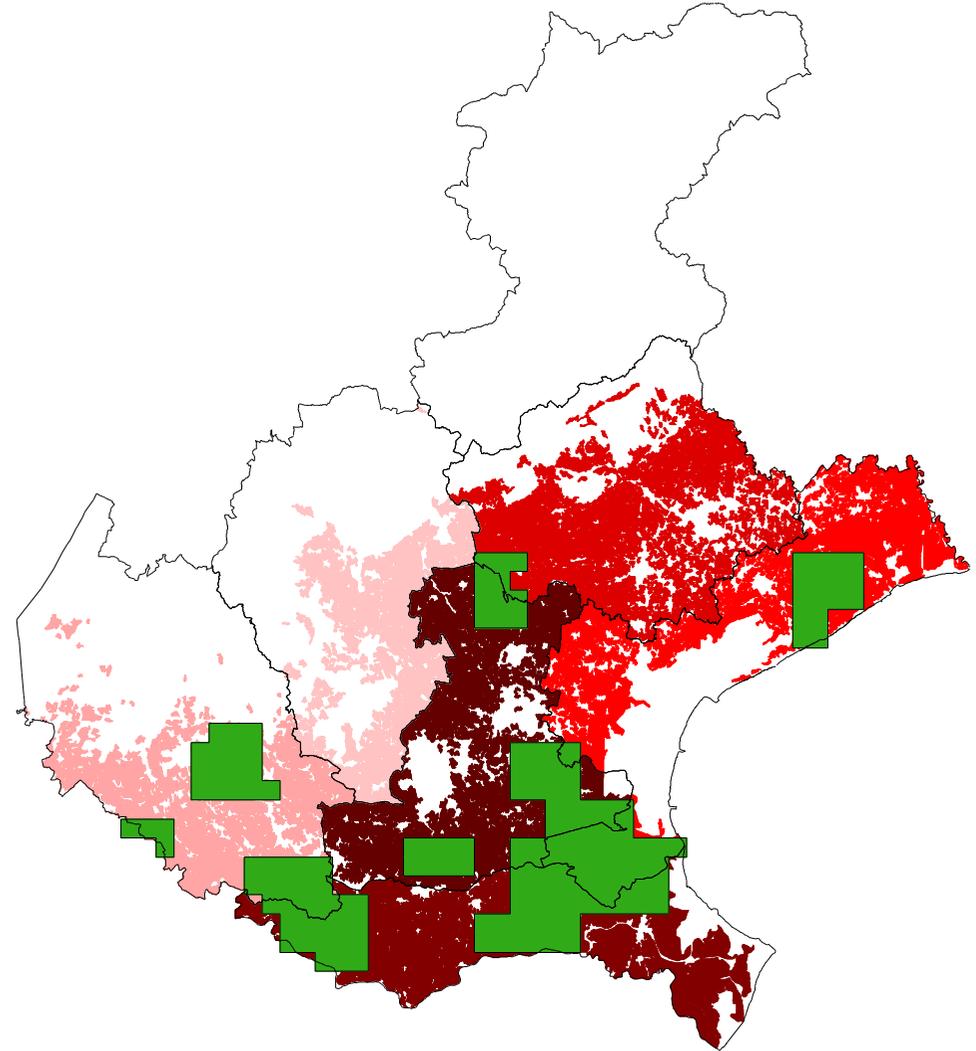
Nelle aree verdi, il mais occupa piu'  
del 30% dei seminativi, nelle altre aree  
occupa meno del 30% (dato 2008  
del MIPAAF)

Valore lambda



# Conclusioni

- ∅ Si osserva in molti casi una sovrapposizione delle zone ad elevato tasso di accrescimento con quelle a maggior coltivazione del mais.
- ∅ Nel vicentino e veronese dove il tasso di sviluppo è ridotto, è possibile che il livello della popolazione si stia avvicinando alla *carrying capacity* (idea supportata anche dal numero elevato di catture registrate)
- ∅ La provincia di Rovigo (elevata monosuccessione), dove catture sono state ridotte, ma il tasso di sviluppo è molto alto, rappresenta un potenziale rischio elevato di out-breaks.



- Ø Questo approccio suggerisce che il rischio debba essere ponderato non solo sulla probabilità di cattura misurata sui dati attuali, fattori climatici, ma anche in funzione di parametri agronomici con un elevato valore predittivo come «intensità di coltivazione a mais» e «incidenza della monosuccessione-rotazioni»
- Ø Questa analisi porta a supporre che l' «incidenza di monosuccessioni» possa essere un parametro di correzione (normalizzazione) dei parametri demografici, per modelli di simulazione.

# Modelli popolazione-Simulazione "rischio diabrotica" su base spaziale =

Ø1. popolazione attuale (monitoraggio) +

Ø2. parametri agronomici (indice monosuccessione) + 

Ø3. correzione tassi demografici +

Ø4. clima +

Ø4. stima demografica per tempi discreti +

Ø?

# Ringraziamenti

- Joan Baumgartner per interessanti discussioni e suggerimenti sui metodi e i possibili sviluppi