

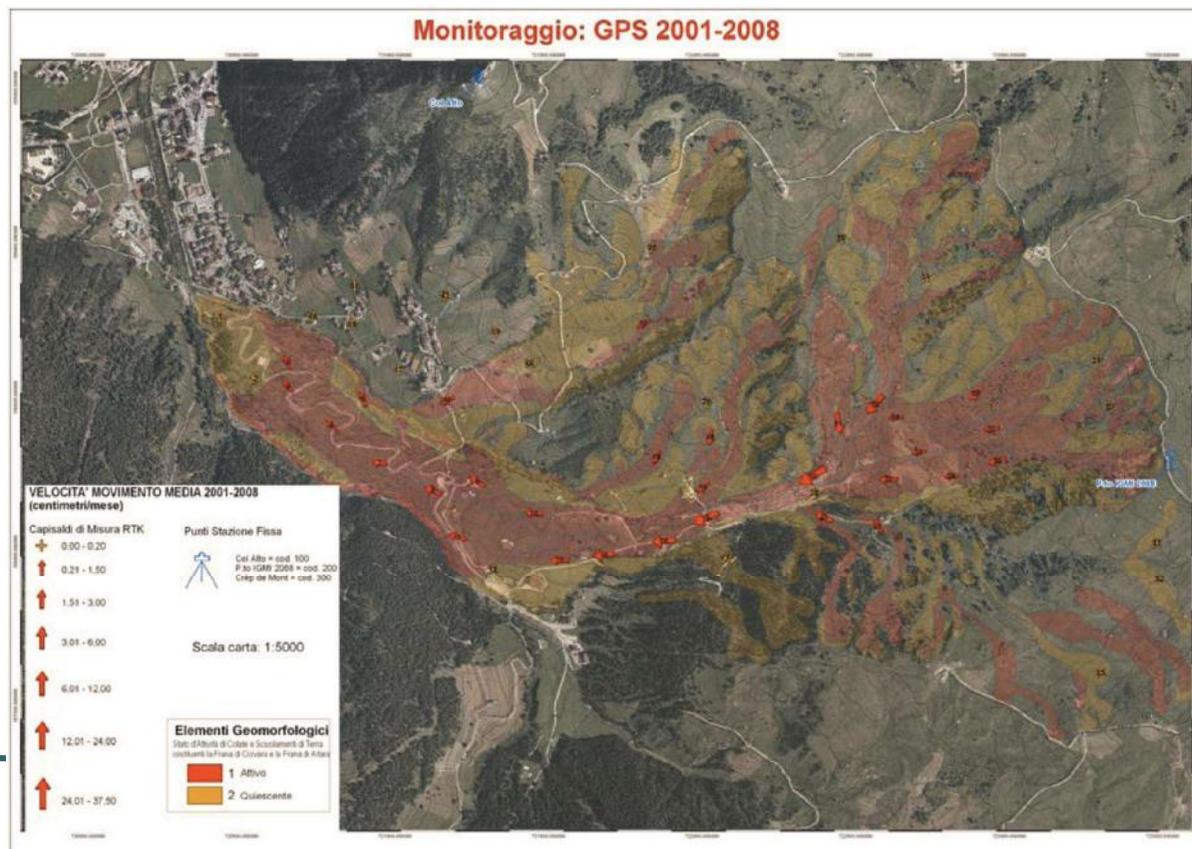
***Fenomeni Franosi*** e TWISTING THEORY

---

**Modellazione dei *Fenomeni Franosi*  
con la TWISTING THEORY**  
**Sperimentazioni preliminari all'uso di  
dati Satellitari**

# Simulazione TWISTING THEORY sulla FRANA di CORVARA usando dati GPS

Simulazioni sui punti di CORVARA definiti da un massimo di 26 campagne di misura



# Simulazione TWISTING THEORY su CORVARA

## 1° ESPERIMENTO

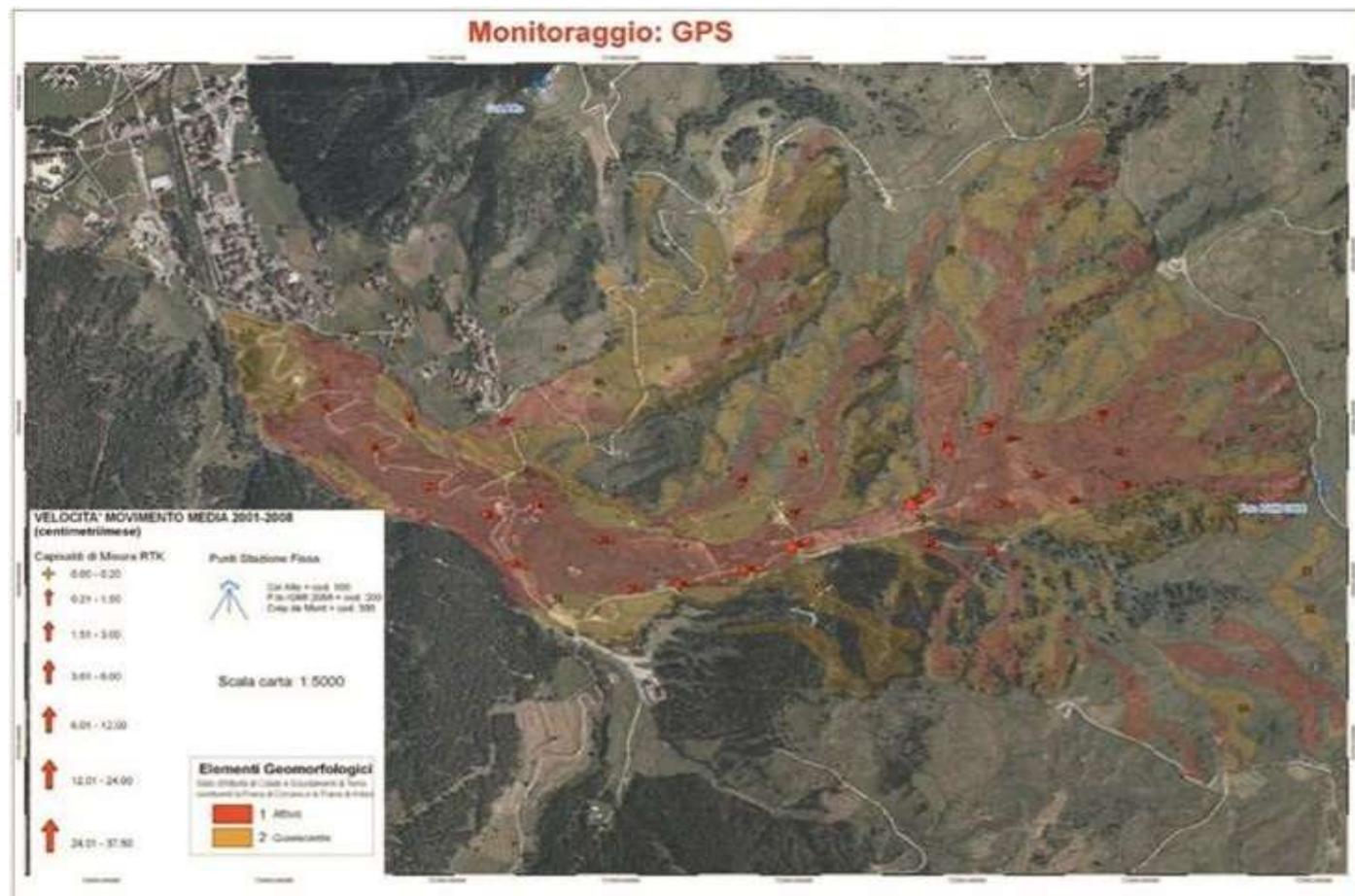
Simulazioni sui 52 punti di CORVARA definiti da 26 campagne di misura in un arco storico di 7 anni

- 25 punti completi di tutte le campagne di misura
- 26 punti con campagne mancanti interpolate linearmente
- 1 punto eliminato perché presente con sole 2 misure delle 26 totali

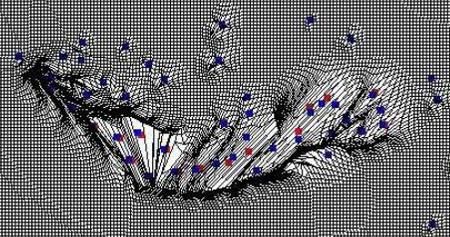
Si varia il solo parametro  $F$  indicativo della intensità delle interazioni tra punti adiacenti.

Obiettivo di questo primo esperimento è quello di determinare la corrispondenza tra i risultati espressi dal modello al variare del parametro  $F$ , e la rappresentazione nota delle dinamiche avvenute nel periodo 2001-2008 ben sintetizzate nella fotografia seguente

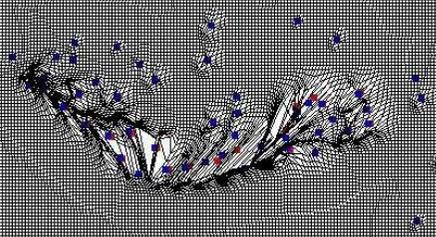
# Simulazione TWISTING THEORY su CORVARA



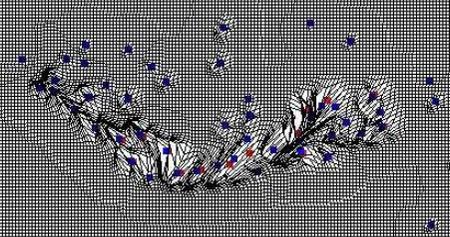
# Simulazione TWISTING THEORY su CORVARA



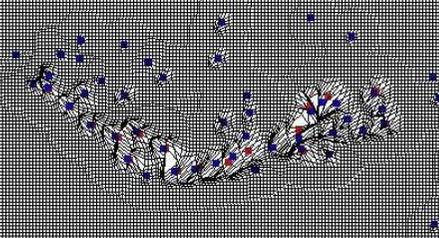
P51 T26 L3 F13



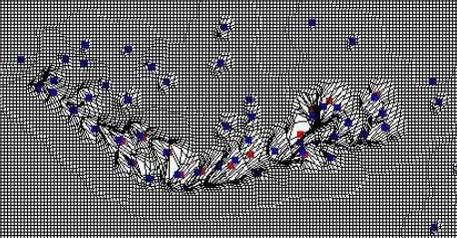
P51 T26 L3 F10



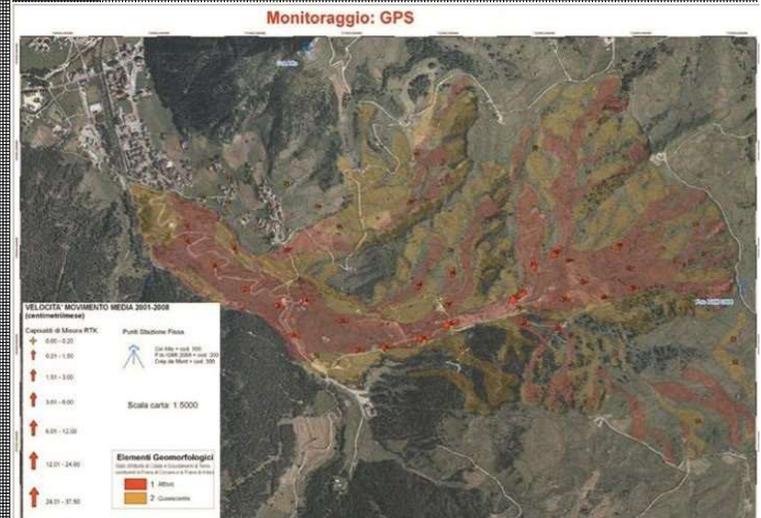
P51 T26 L3 F8



P51 T26 L3 F6



P51 T26 L3 F7



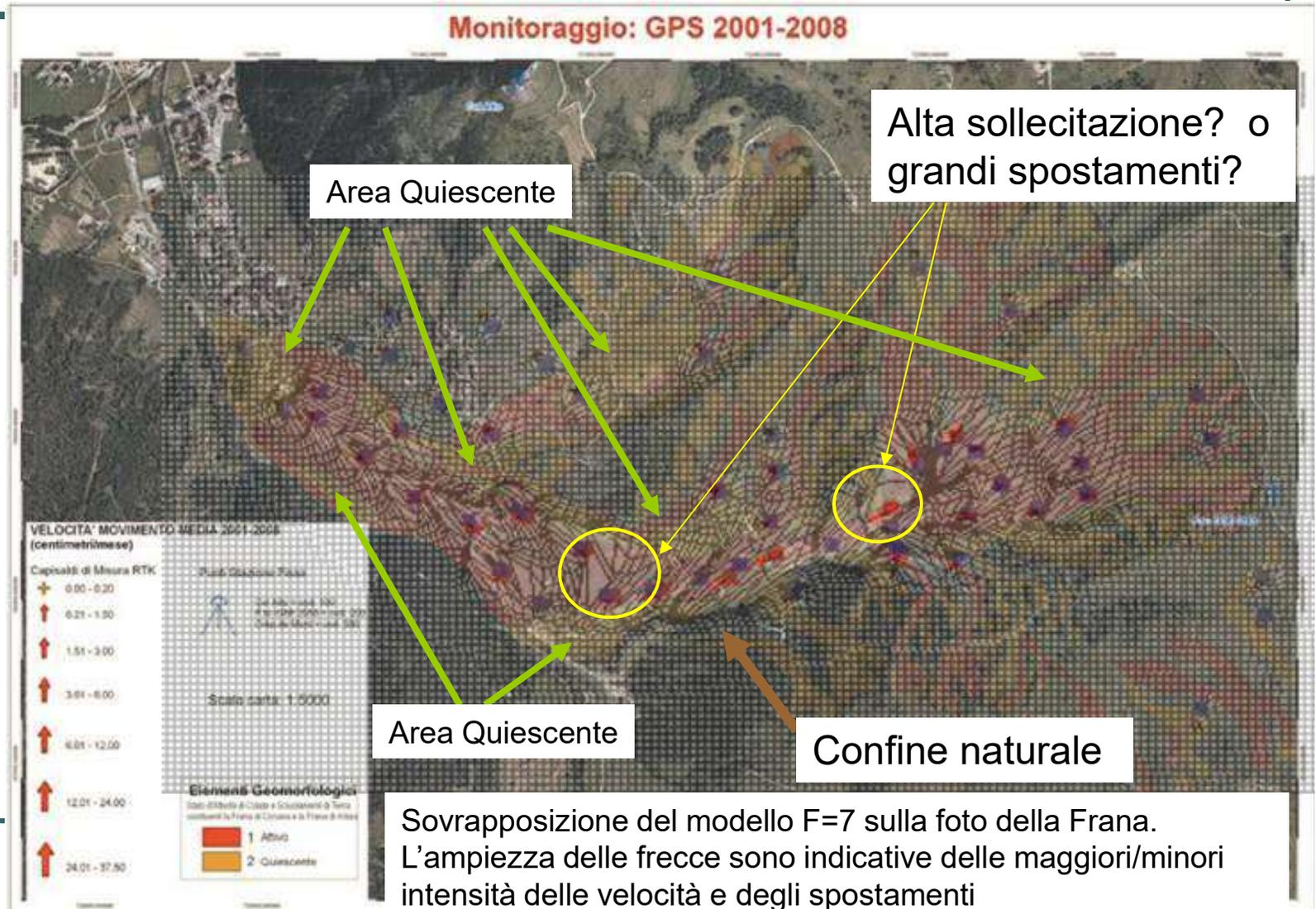
# Simulazione TWISTING THEORY su CORVARA

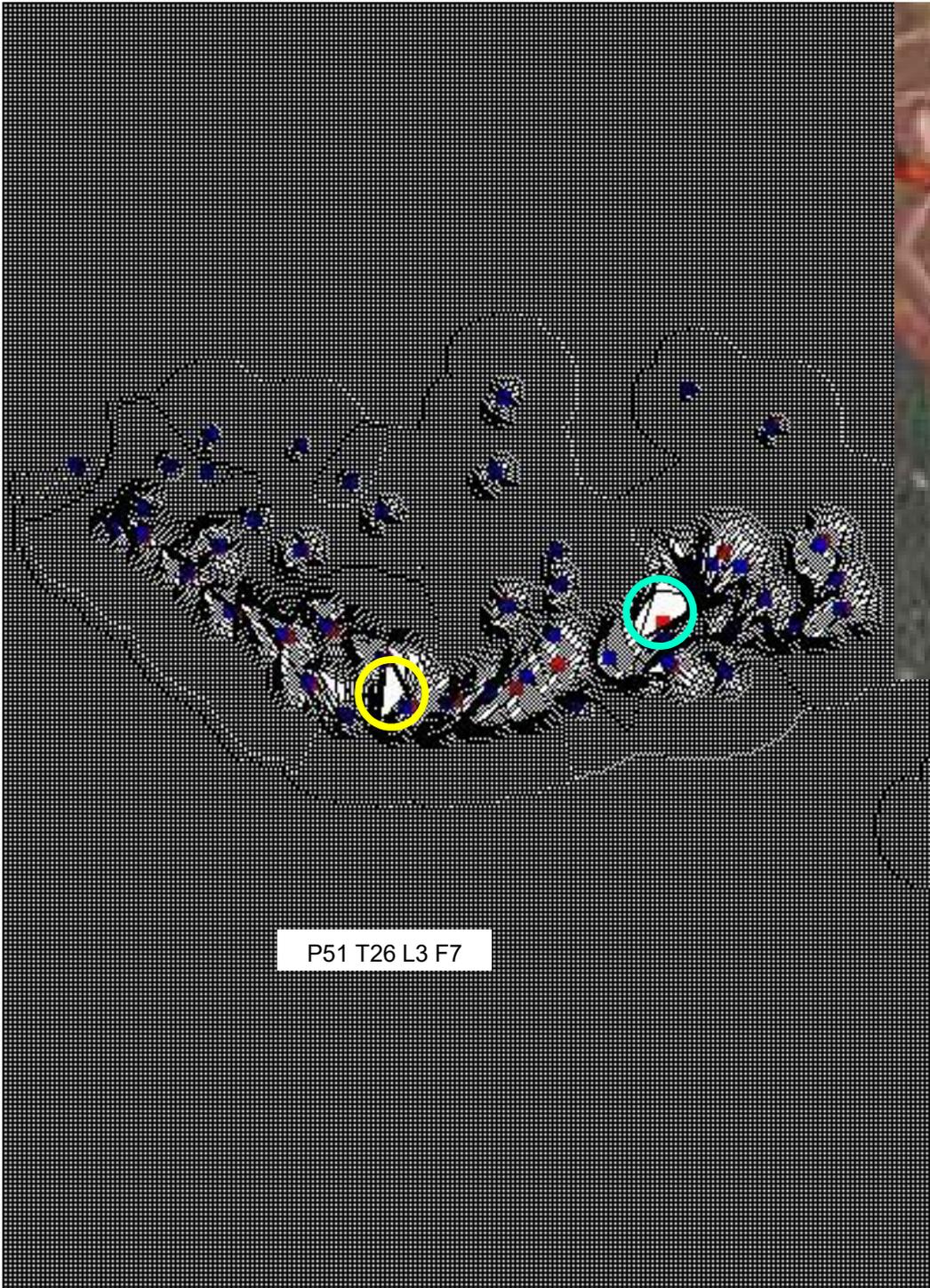
## 1° ESPERIMENTO

Si rilevano le seguenti considerazioni:

- I risultati più aderenti alla forma della frana riportata nella foto (6° immagine) sono ottenute con  $F=7$  e  $F=6$ .
- L'incremento del valore di  $F$  fino a 13 mostra la formazione di zone via via più nere che vanno interpretate. Possibile interpretazione potrebbe essere il considerare tali zone come zone dove non sia possibile avere spostamenti ulteriori: zone fisse inamovibili (ad esempio per la presenza di ostacoli naturali, bosco, inizio di colline o montagne, presenza di artefatti umani, ecc).
- Per analogia, le zone bianche vanno intese come zone dove gli spostamenti sono più ampi o dove le velocità di essi sono più alte.

# Simulazione TWISTING THEORY su CORVARA





# Simulazione TWISTING THEORY su CORVARA

## 1° ESPERIMENTO

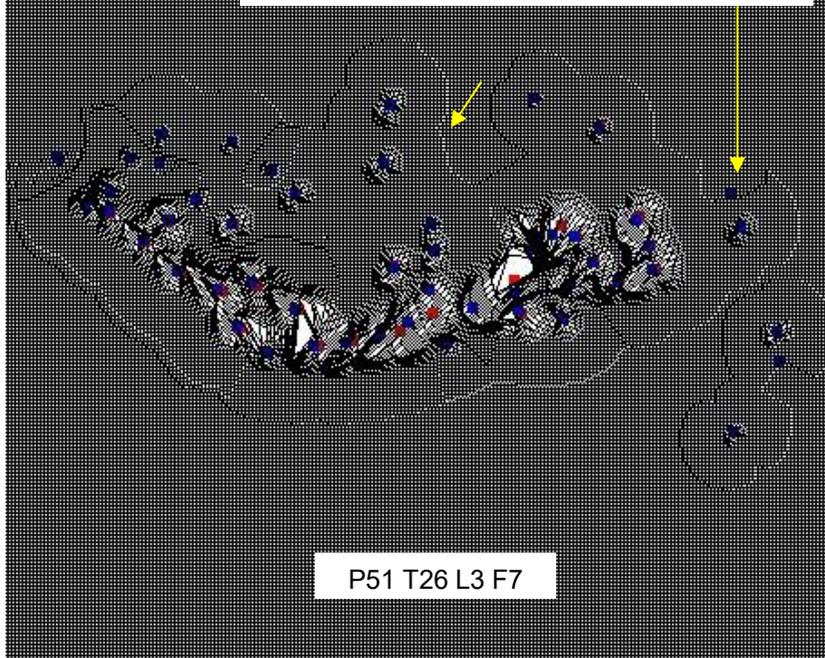
La sovrapposizione modello F=7 con Foto:

- Il perimetro della *zona attiva* in foto è molto coerente con quello del modello: è evidente come le deformazioni del grigliato vanno a ridursi delineando il perimetro della *zona di quiescenza*.
- La presenza di 2 zone bianche interne all'area attiva sono indicative della maggiore intensità degli spostamenti e relative velocità. È da chiedersi se sono indicative di subsidenza o altro.
- La zona nera nella parte sottostante indica un confine naturale di sbarramento.
- Le posizioni dei capisaldi nella loro partecipazione globale permettono una sufficientemente precisa definizione dei perimetri

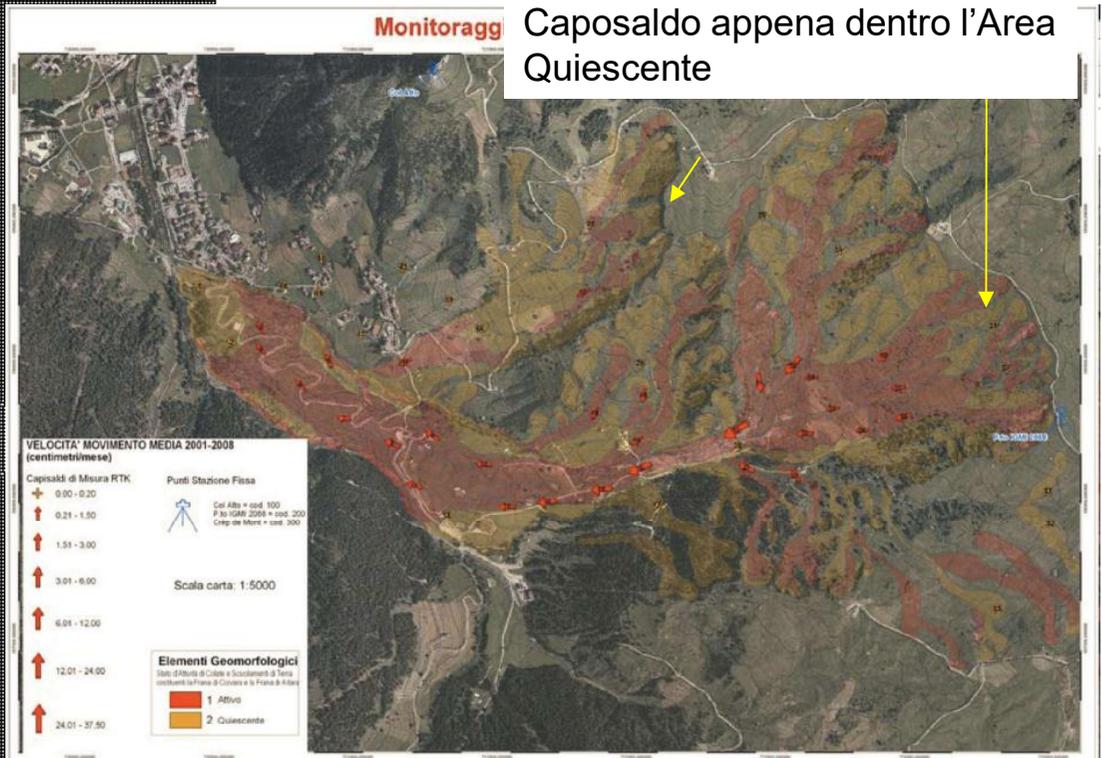


# Simulazione TWISTING THEORY su CORVARA

Caposaldo appena dentro l'Area  
Quiescente



Caposaldo appena dentro l'Area  
Quiescente



Le posizioni dei capisalidi, con la loro partecipazione globale nel modello, permettono una sufficientemente precisa definizione dei perimetri

# Simulazione TWISTING THEORY su CORVARA

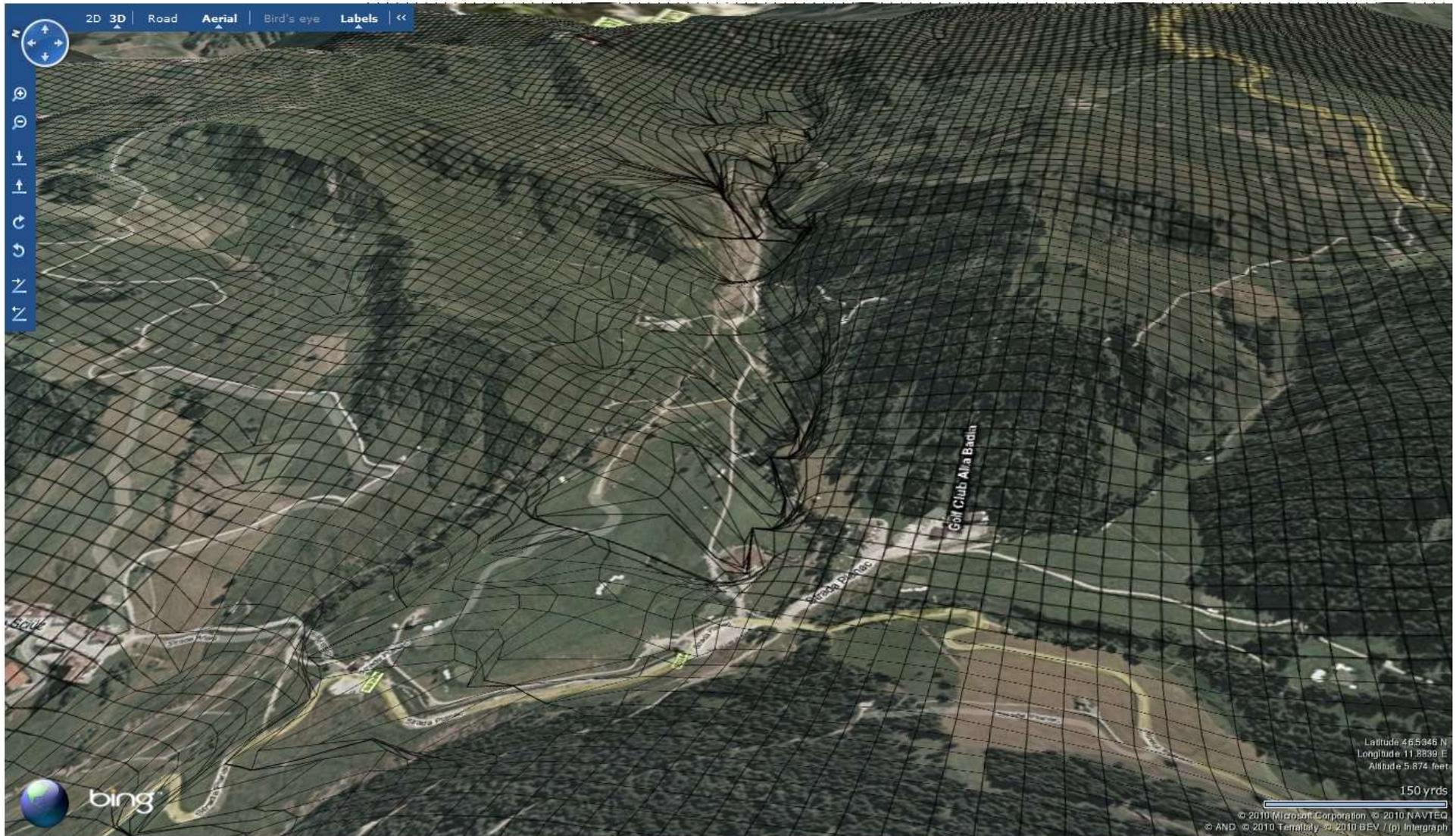
---

Anche la sovrapposizione del risultato della simulazione F7 L3 T26 P51 sulla mappa 3D di Corvara mostra la coerenza del modello nella individuazione dei perimetri e delle aree che hanno marcata movimentazione e velocità di spostamento.

Le prossime 2 figure illustrano la sovrapposizione 3D rispettivamente con una zoomata che evidenzia la variazione altimetrica nella “gola” indicata da una freccia e una [overview generale della Zona Attiva e Quiescente](#).

È opportuno mettere in evidenza esplicitamente che la curvatura del grigliato non è indicativa delle altezze poiché è una deformazione operata automaticamente dal software di sovrapposizione.

# Simulazione TWISTING THEORY su CORVARA



# Simulazione TWISTING THEORY su CORVARA



# Simulazione TWISTING THEORY su CORVARA

## 2° ESPERIMENTO

Simulazioni sui 52 punti di CORVARA definiti dalle prime 20 campagne di misura in un arco temporale storico di 5 anni

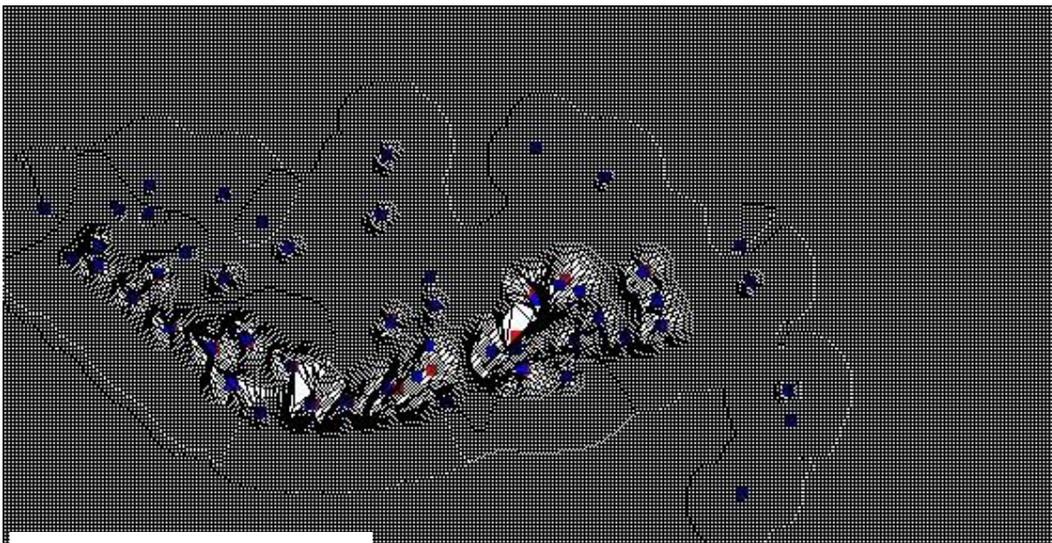
- 25 punti completi di tutte le campagne di misura
- 26 punti con campagne mancanti interpolate linearmente
- 1 punto eliminato perché presente con sole 2 misure delle 26 totali

Si varia il solo parametro  $F$  indicativo della intensità delle interazioni tra punti adiacenti.

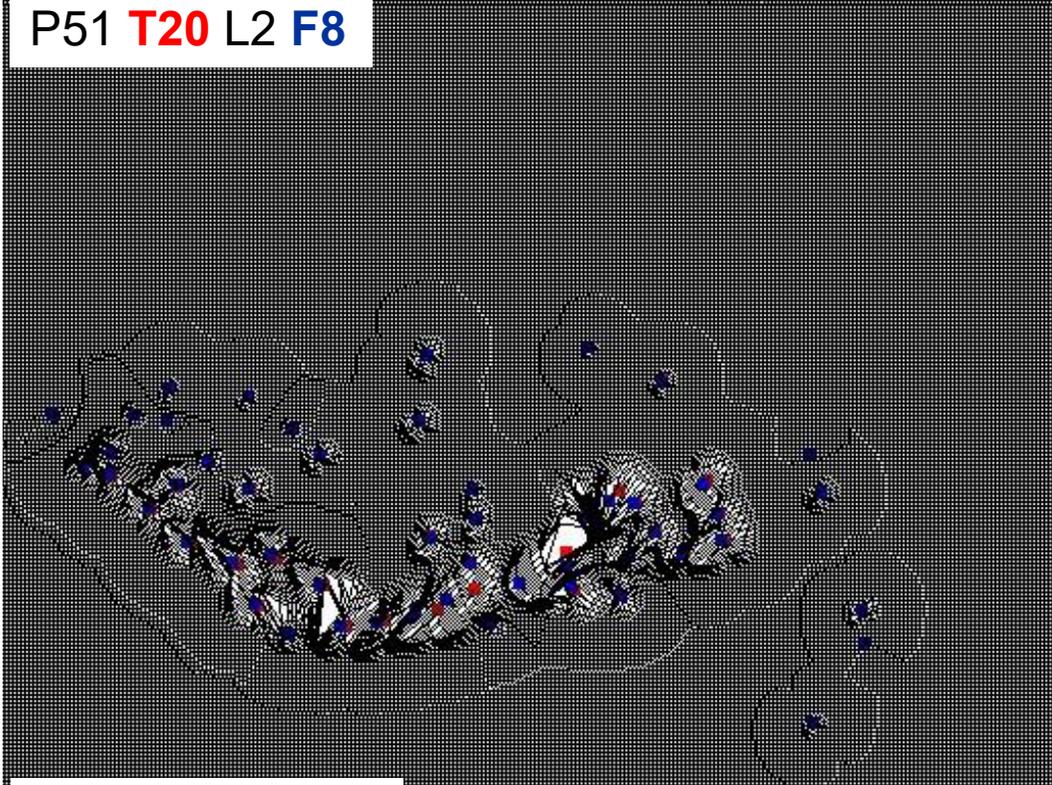
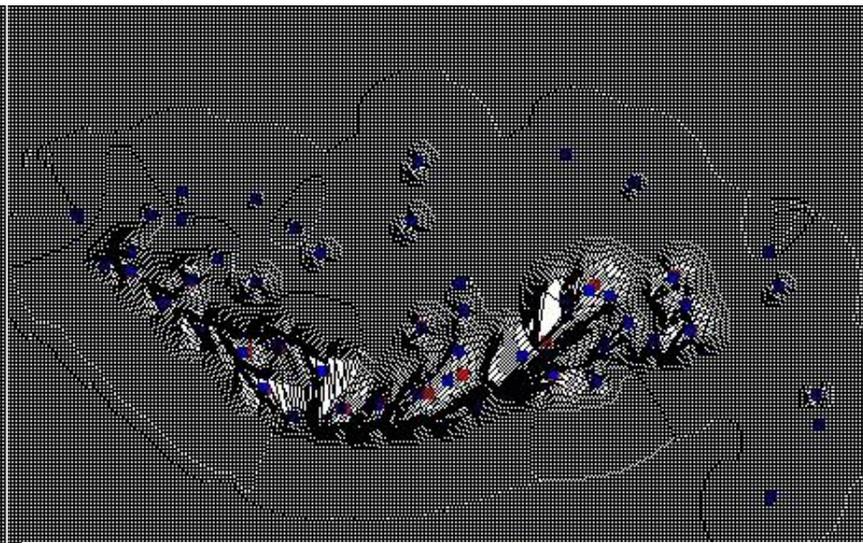
Obiettivo di questo secondo esperimento è quello di determinare se, conoscendo il solo periodo storico, i risultati espressi dal modello al variare del parametro  $F$  possano dar conto delle dinamiche avvenute successivamente all'ultima campagna utilizzata.

Il raffronto è perciò fatto con la stessa immagine conclusiva

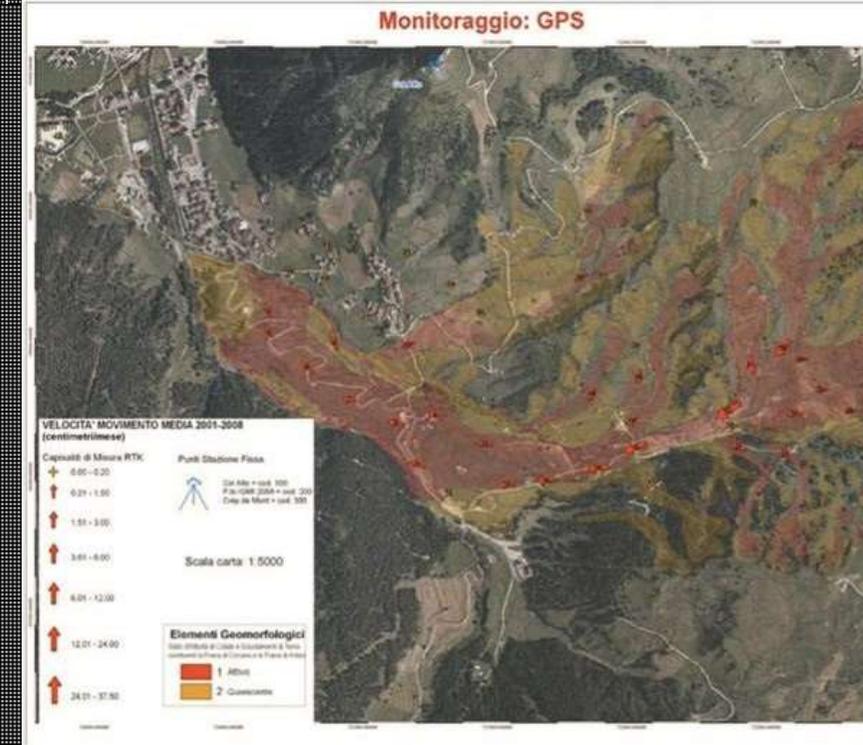




P51 **T20** L2 **F8**



P51 **T26** L2 **F7**



# Simulazione TWISTING THEORY su CORVARA

## 2° ESPERIMENTO

### Il confronto T20 F=8 v/s T26 F=7

- I risultati del modello usato in questo esperimento (che non ha usato le campagne storiche di 28 mesi) sono quasi perfettamente sovrapponibili ai risultati del modello precedentemente considerato con F=7 T26 (che ha usato l'insieme completo di campagne)
- L'implicazione di tale fatto è che il modello sembra mostrare una capacità predittiva che va approfondita. Ciò significa dire che occorre misurare gli incrementi degli spostamenti avvenuti nel periodo non conosciuto dal modello successivo ai dati storici analizzati, valutarne l'entità relativa all'intero periodo, e analizzare le differenze tra i risultati dei 2 modelli in relazione a tali incrementi .

# **Simulazione** TWISTING THEORY **su** CORVARA

---

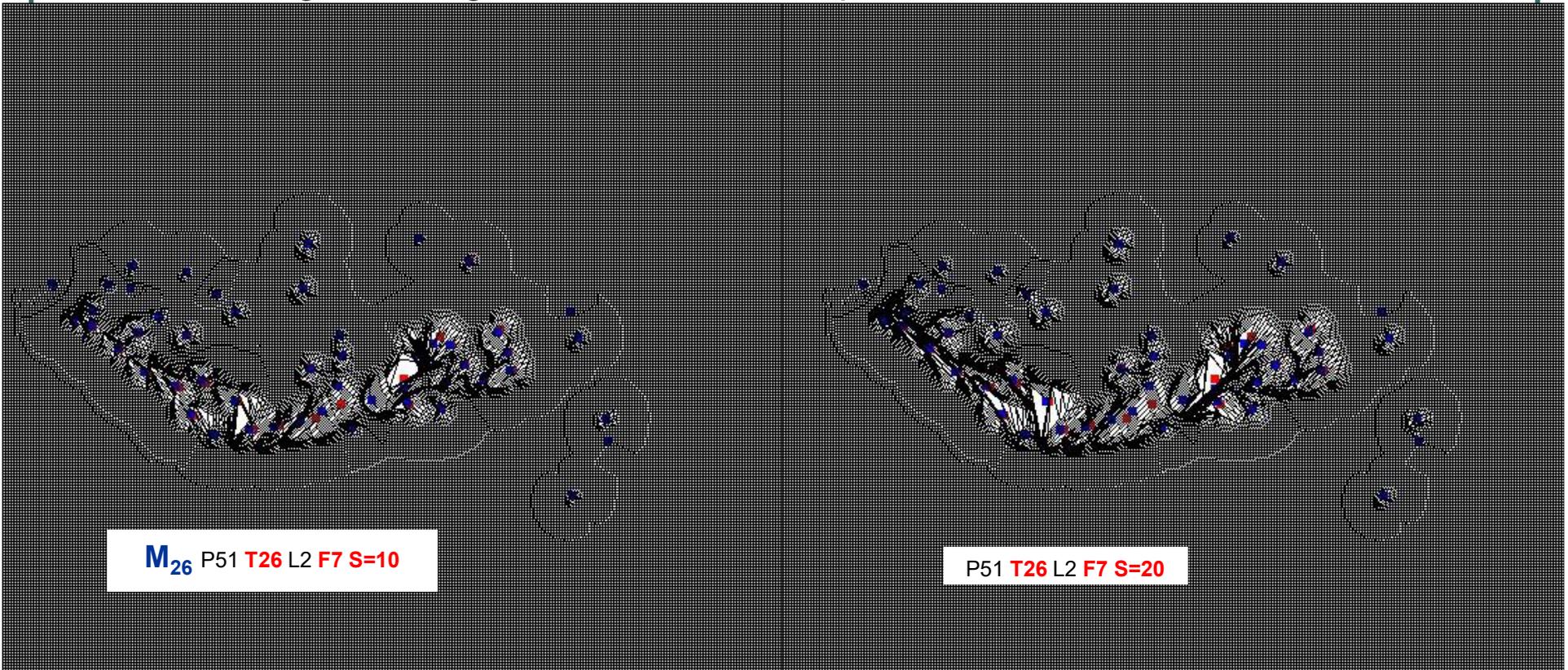
## **3° ESPERIMENTO**

Il passaggio da Step=10 a Step=20 e  
valutazione delle 20 campagne parziali  
rispetto alle 26 totali

# Simulazione TWISTING THEORY su CORVARA

L'incremento del numero di Steps da 10 a 20 comporta un incremento delle aree bianche e delle distorsioni del grigliato.

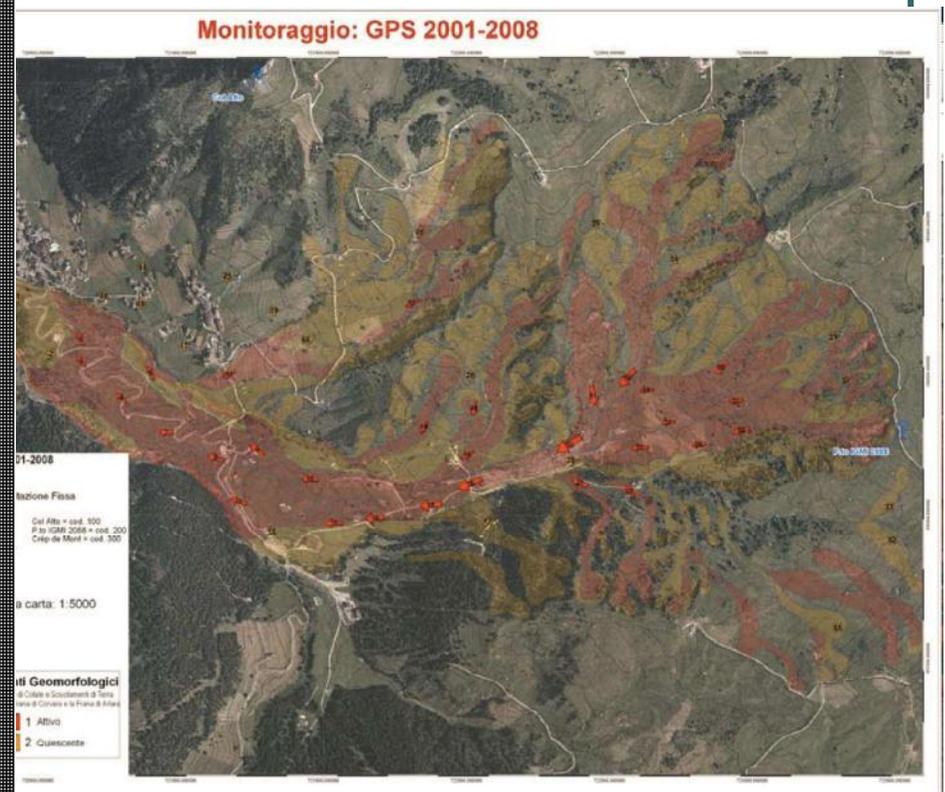
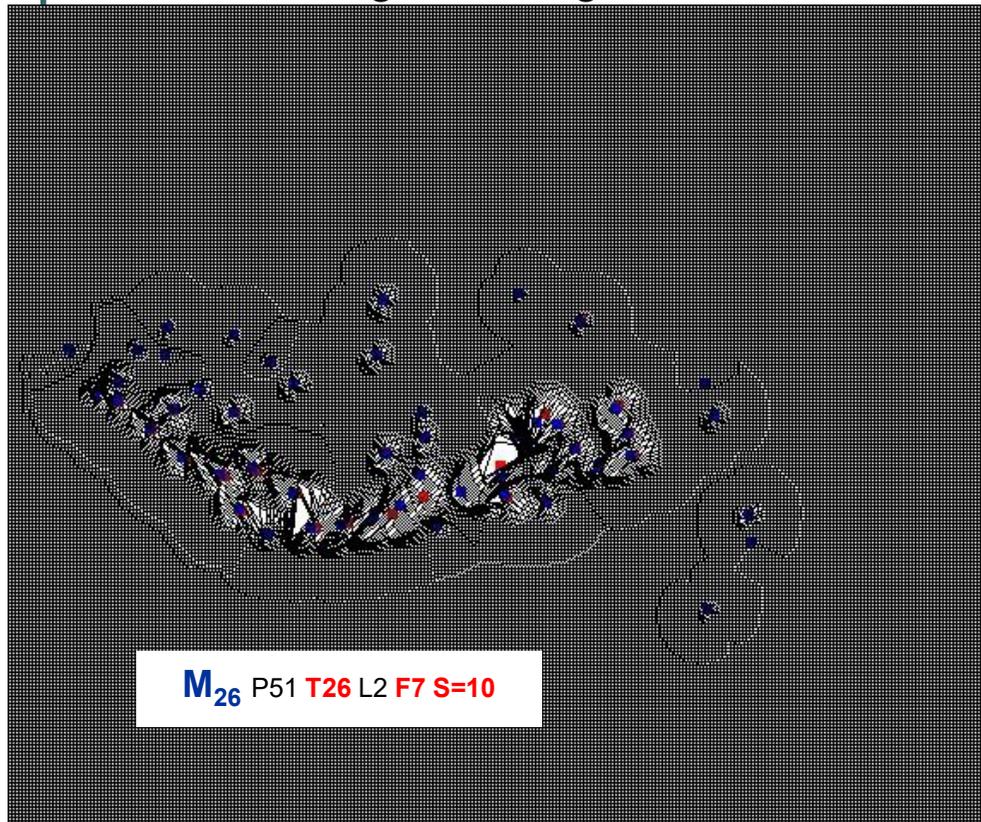
Ciò lascia intuire che  $S=10$  dia indicazioni di maggiore regolarità raffrontandola con l'immagine assegnata della frana complessiva



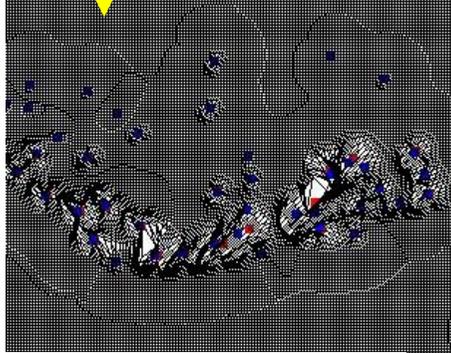
# Simulazione TWISTING THEORY su CORVARA

L'incremento del numero di Steps da 10 a 20 comporta un incremento delle aree bianche e delle distorsioni del grigliato.

Ciò lascia intuire che S=10 dia indicazioni di maggiore regolarità raffrontandola con l'immagine assegnata della frana complessiva

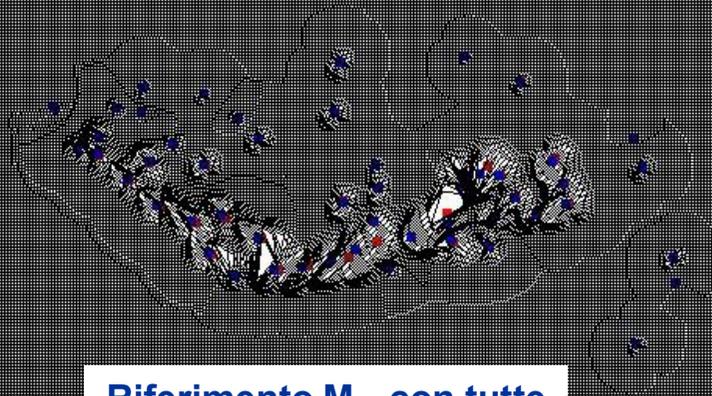


SIMULAZIONE DELLE 20 CAMPAGNE V/S LE 26  
CON INCREMENTO DEL PARAMETRO STEPS



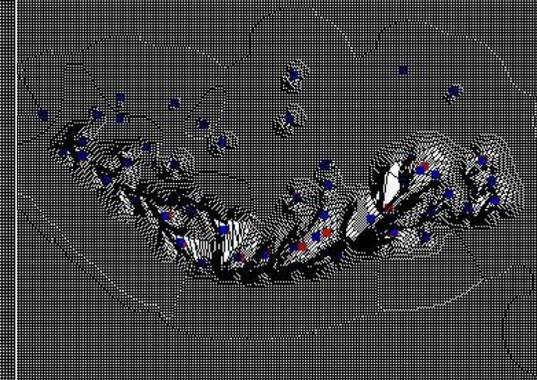
P51 T20 L2 F8 S=10

F=8  
Migliore approssimazione  
di  $M_{26}$  con S=10



Riferimento  $M_{26}$  con tutte  
le 26 campagne

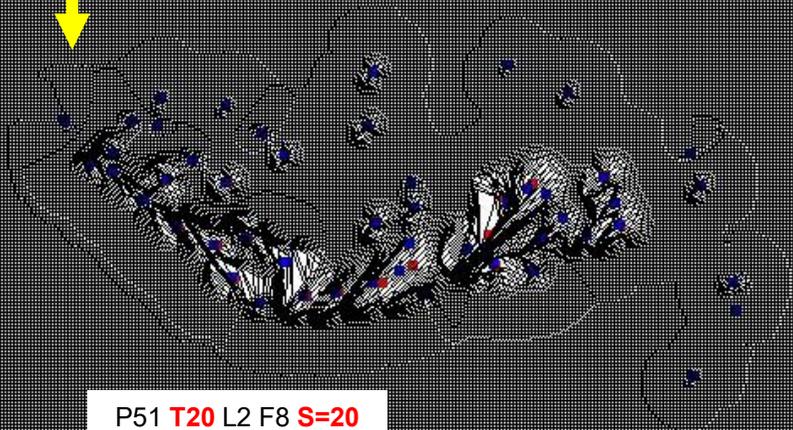
P51 T26 L2 F7 S=10



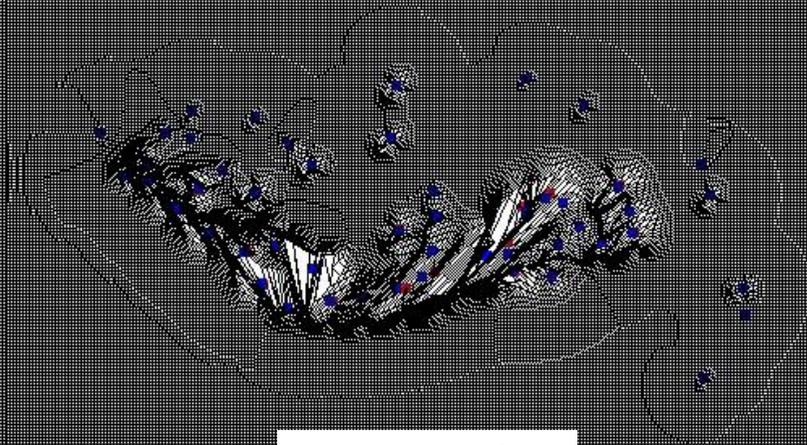
P51 T20 L2 F10 S=10



F=8  
Migliore approssimazione  
di  $M_{26}$  con S=20



P51 T20 L2 F8 S=20

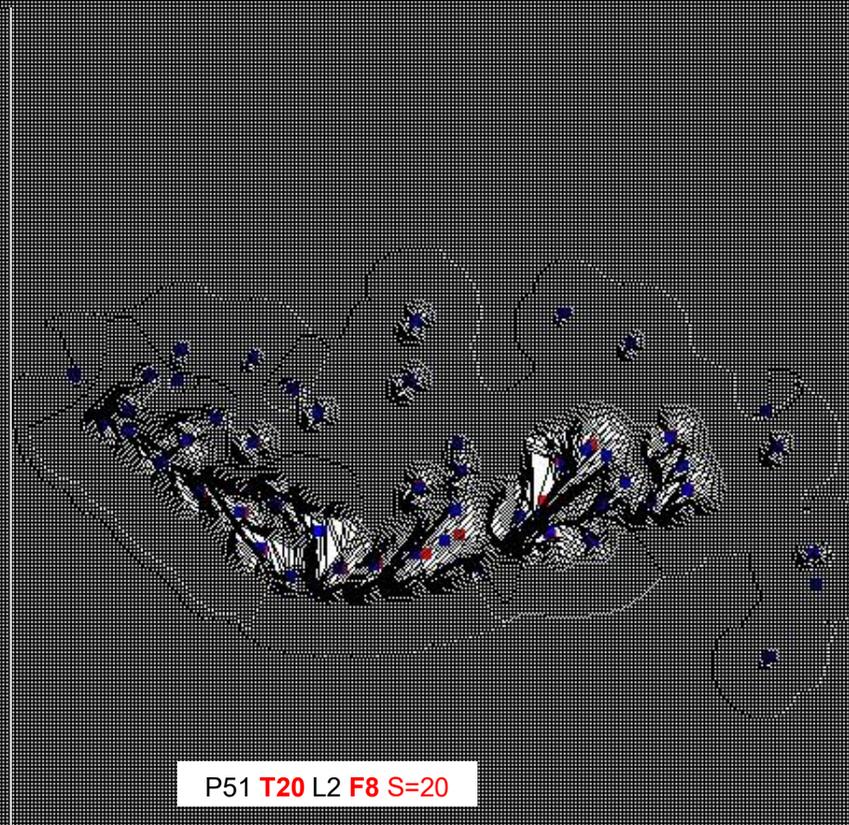
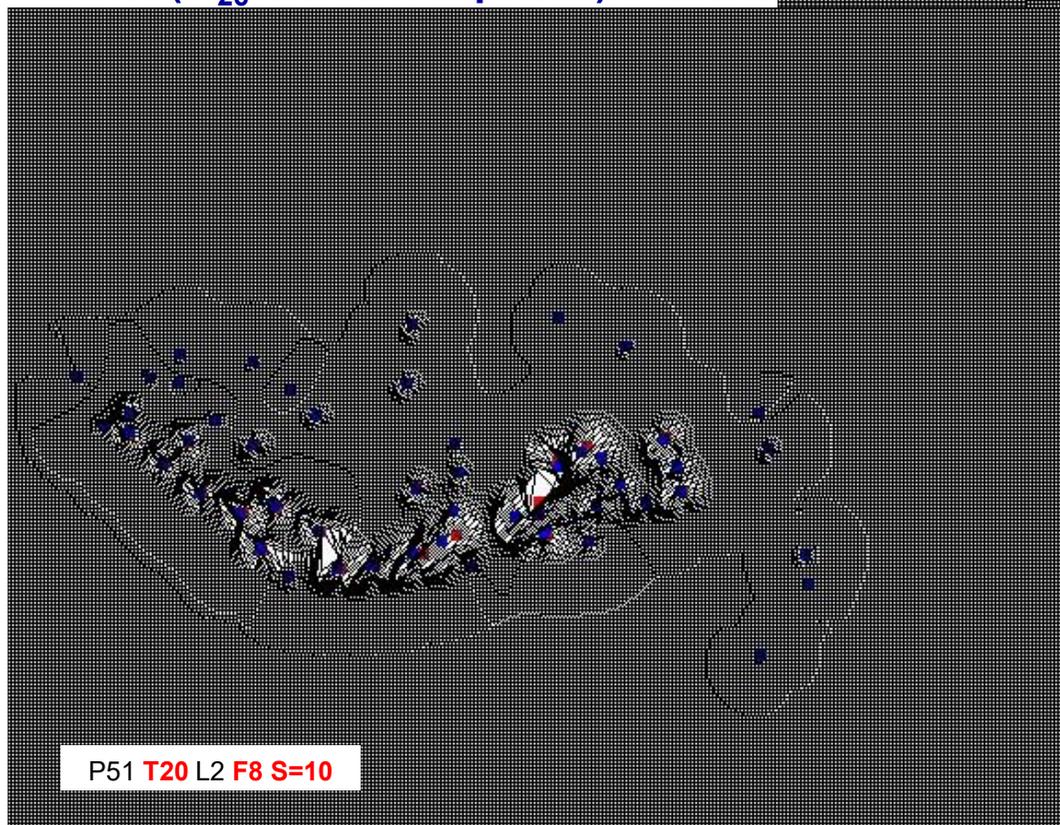
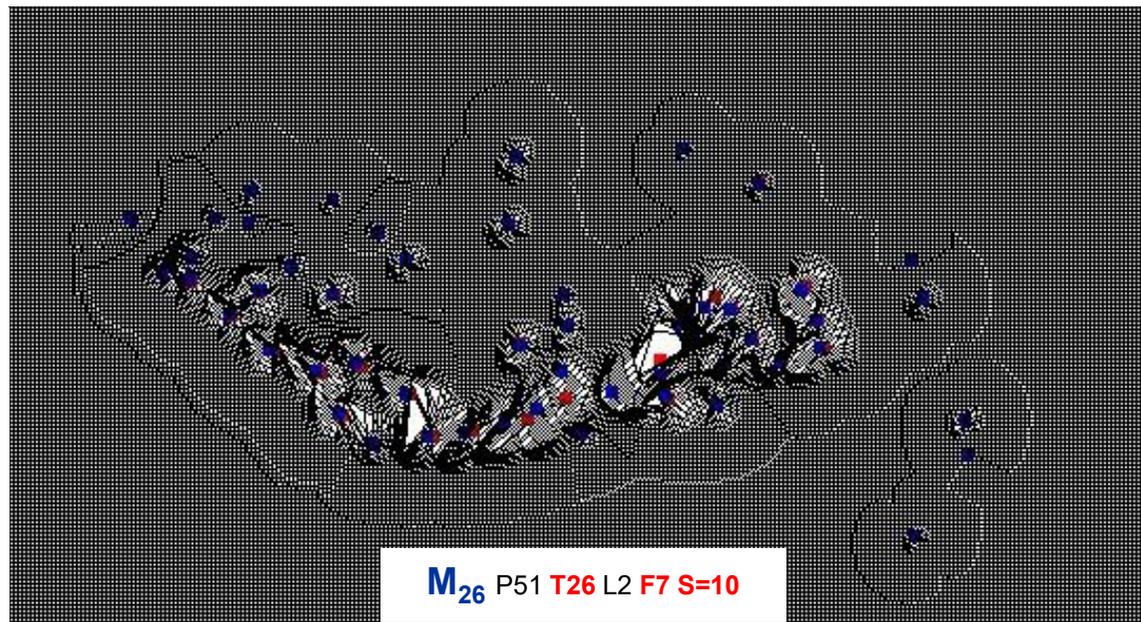


P51 T20 L2 F10 S=20

L'incremento del numero di Steps da 10 a 20 comporta un incremento delle aree bianche e delle distorsioni del grigliato.

**Possiamo dire che con l'insieme delle campagne ridotto a 20, le immagini del grigliato con F=8 sono quelle che approssimano meglio il Modello  $M_{26}$  (simulazione completa di tutte le 26 campagne)**

**( $M_{26}$  T26 F7 Steps=10)**



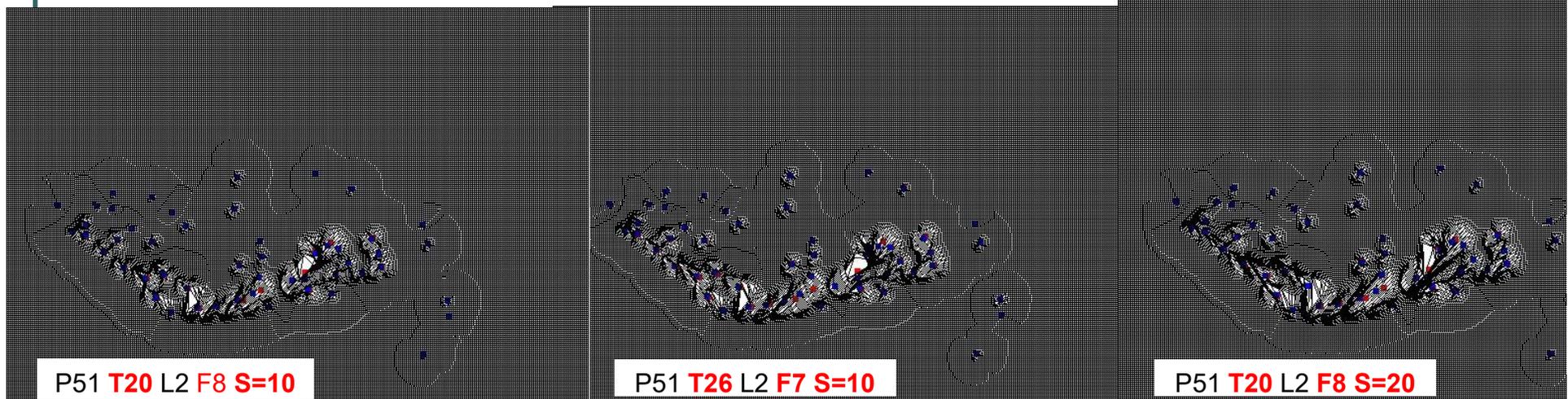
# Simulazione TWISTING THEORY su CORVARA

## 3° ESPERIMENTO - Conclusioni

L'incremento del numero di Steps da 10 a 20 comporta un incremento delle aree bianche e delle distorsioni del grigliato.

Possiamo dire che con l'insieme delle campagne ridotto a 20, le immagini del grigliato con  $F=8$  e  $Steps=10$  sono quelle che approssimano meglio la simulazione completa  $M_{26}$  di tutte le 26 campagne fatte

In particolare per T20 **con Steps=10 F=8** abbiamo la migliore approssimazione per difetto della simulazione completa e **con Steps =20** abbiamo la migliore per eccesso



# Simulazione TWISTING THEORY su CORVARA

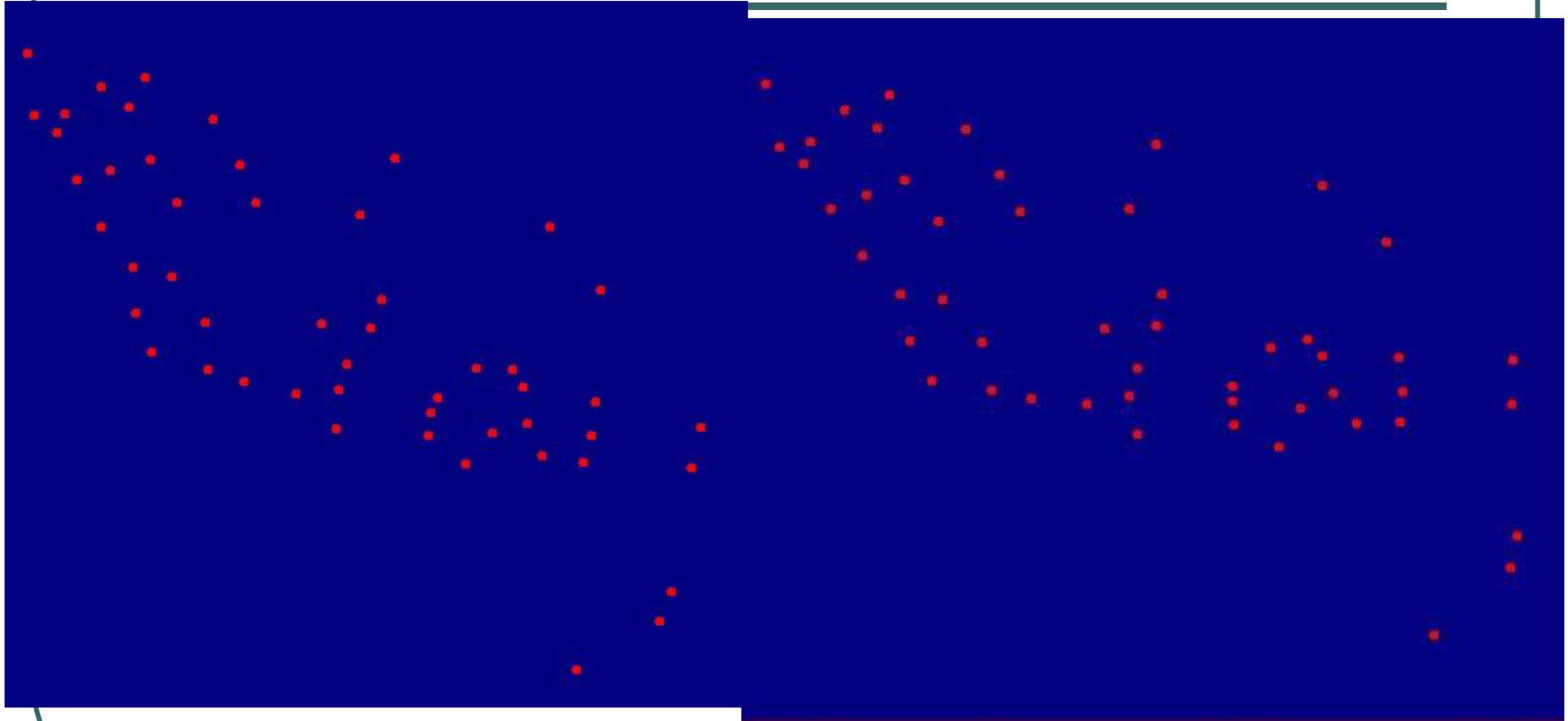
## CONCLUSIONI

Le sperimentazioni fatte, disponendo di misure di spostamento piane rilevate da sensori GPS, mettono in luce la capacità del modello TWISTING THEORY di rappresentare in modo sufficientemente coerente

- i perimetri della dinamica delle Zone Attive e delle Aree Quiescenti,
- i perimetri di alcune aree territoriali che includono manufatti o disomogeneità territoriali con particolari caratteristiche,
- Le parti attive soggette a intense movimentazioni,
- La stima previsionale della dinamica evolutasi in un arco temporale di 28 mesi.

**Occorre attribuire la corretta interpretazione alle deformazioni del grigliato e stabilire misure quantitative di esse**

# Simulazione TWISTING THEORY su CORVARA



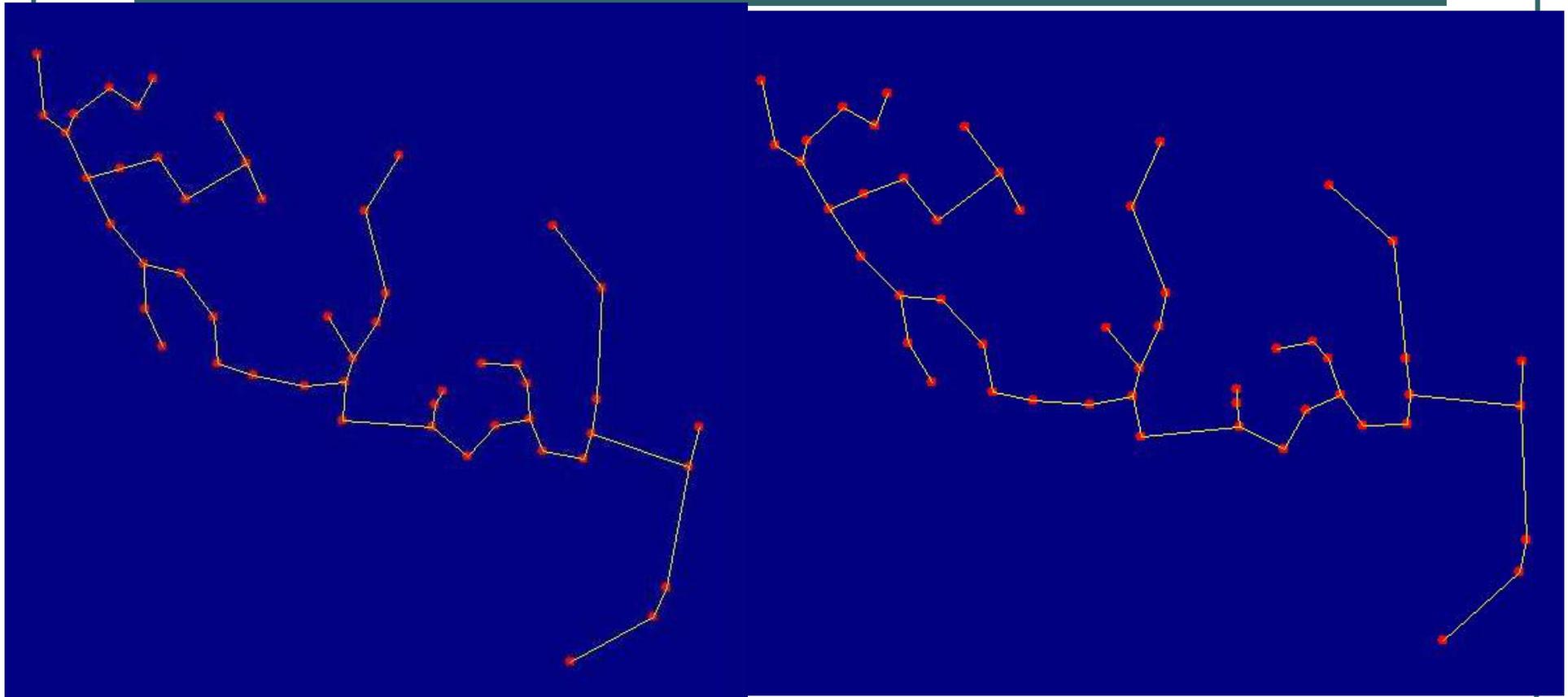
CORVARA T0

CORVARA T26



CSIR RICERCA  
& AMBIENTE

# Simulazione TWISTING THEORY su CORVARA



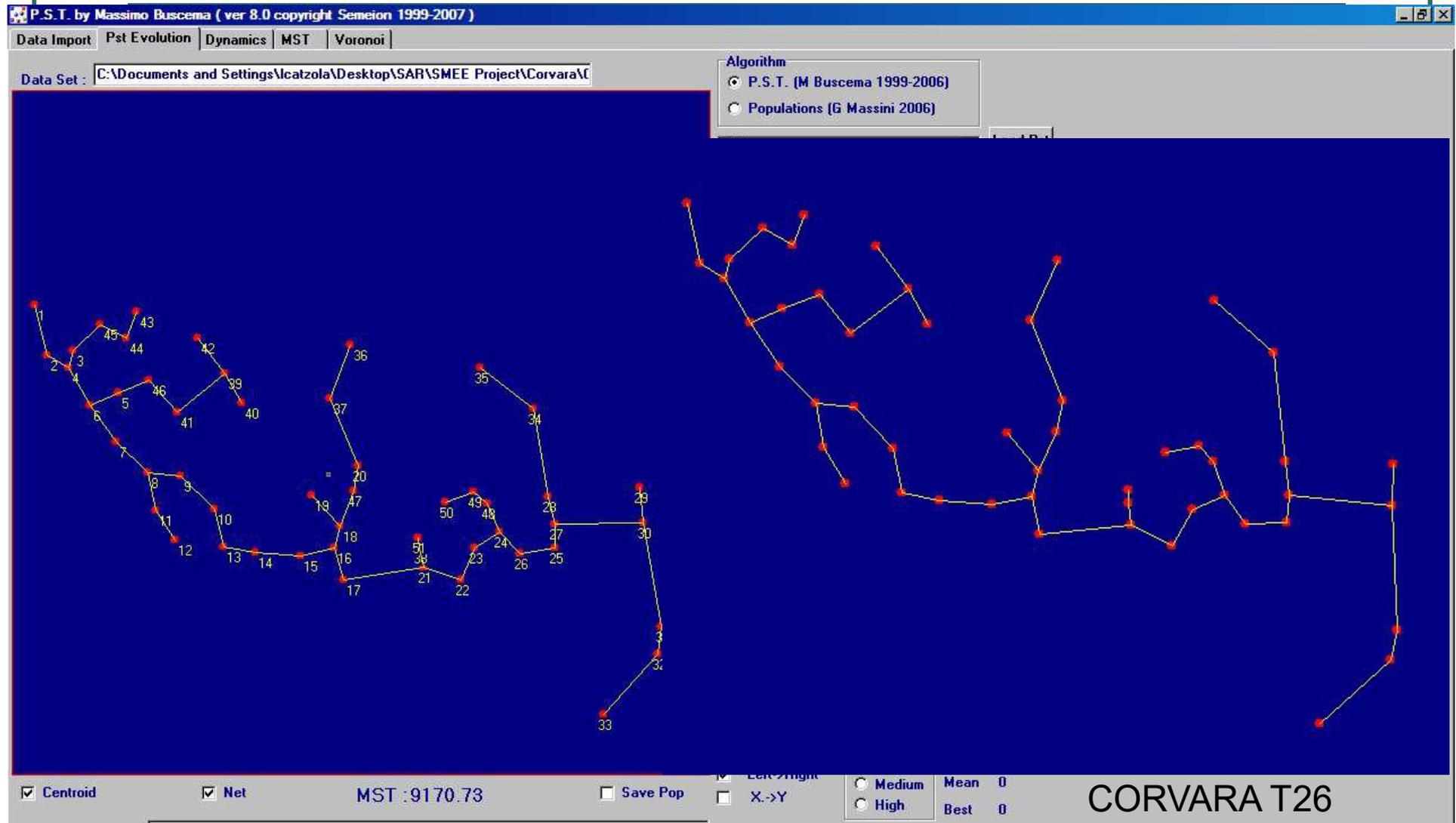
CORVARA T0

CORVARA T26



CSI RICERCA  
& AMBIENTE

# Simulazione TWISTING THEORY su CORVARA

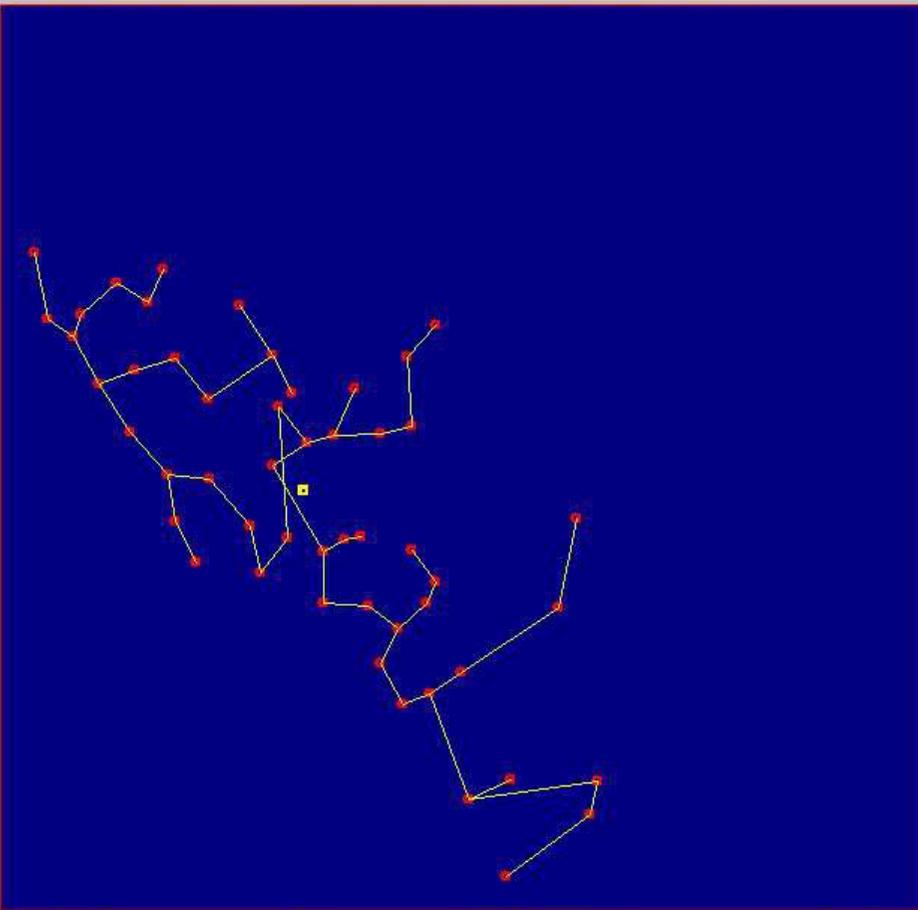


# Simulazione TWISTING THEORY su CORVARA il Punto Nascosto

P.S.T. by Massimo Buscema ( ver 8.0 copyright Semeion 1999-2007 )

Data Import | Pst Evolution | Dynamics | MST | Voronoi

Data Set : \Corvara\CORVARA Sperimentazioni\PST\T0\Distanze TO 2001 - 2008.PST



Algorithm

- P.S.T. (M Buscema 1999-2006)
- Populations (G Massini 2006)

38  
39  
40  
41  
43  
44  
45  
46  
47  
48  
49  
50  
51  
52

Load Pst

Run

Stop

Clear

Quit

Select All Unselect All Load Pop

Generation : 43450  
Fit Average : 0.7589  
Married : 2  
Optimize : 3  
Best Gen : 23618  
Best Fit : 0.7653  
Best Fit(w) : 0.7653

Population 100

Cardinality 51  Voronoi

Dimensions 2  Skeleton

Screen

Errors % 50

Cost Funct.

- Weighted
- Absolute
- Squared
- Rank

Definition

- Low  $\eta = 0$
- Medium Mean 0
- High Best 0

Top->Down  
 Left->Right  
 X->Y

Use Old Pop  Add Hidden

Centroid  Net MST : 9187.73  Save Pop

Results : Distanze TO 2001 - 2008

# Simulazione TWISTING THEORY su CORVARA il Punto Nascosto

