



Biomasse : prospettive di uso energetico
in Emilia-Romagna e sistemi di calcolo e
monitoraggio su GIS

Claudio Caprara

**La filiera agro-energetica da colture dedicate:
un modello GIS per la pianificazione agroindustriale.**

Dipartimento di Economia e Ingegneria Agrarie
Universita' di Bologna

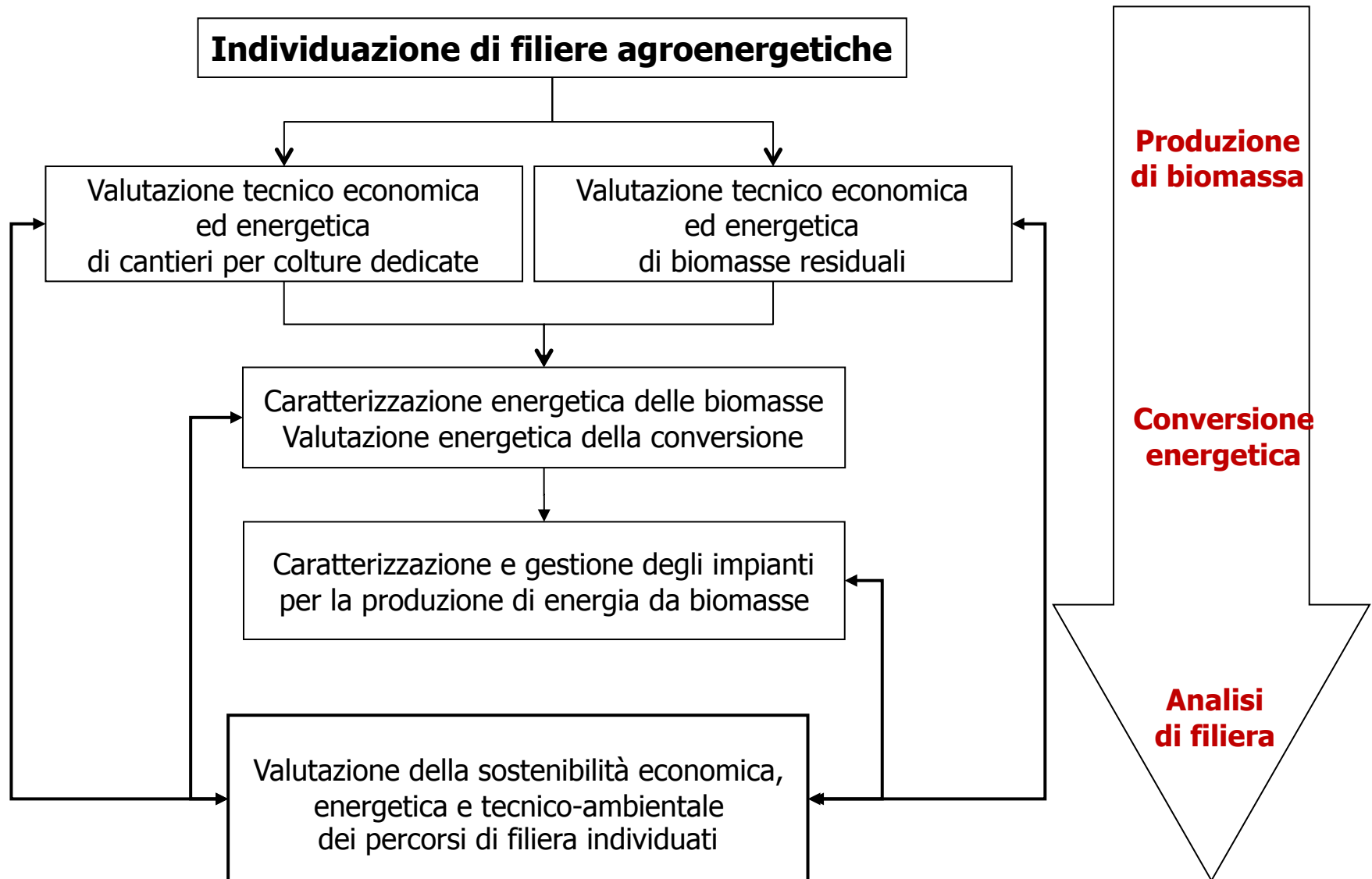
**Sviluppo di un modello di analisi territoriale
per la pianificazione di filiere agro-energetiche:**

Strumenti di valutazione circa la sostenibilità energetica del
progetto (autorità decisionali)

Strumenti di valutazione sulla localizzazione e dimensionamento
dell'impianto (livello industriale)

**Identificazione della relazione
fra variabilità territoriale e meccanizzazione**

**Introduzione della variabilità nell'analisi dei bilanci energetici
e localizzazione di un bacino di approvvigionamento**



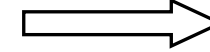


Pianificazione di filiere agro-energetiche

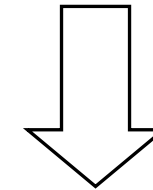
Problematiche

Scala territoriale

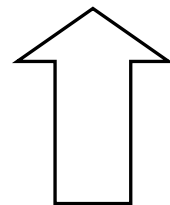
Confini amministrativi, uso del suolo,
cartografia pedologica



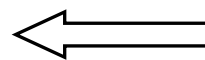
Informazioni
territoriali



Valutazione a livello provinciale



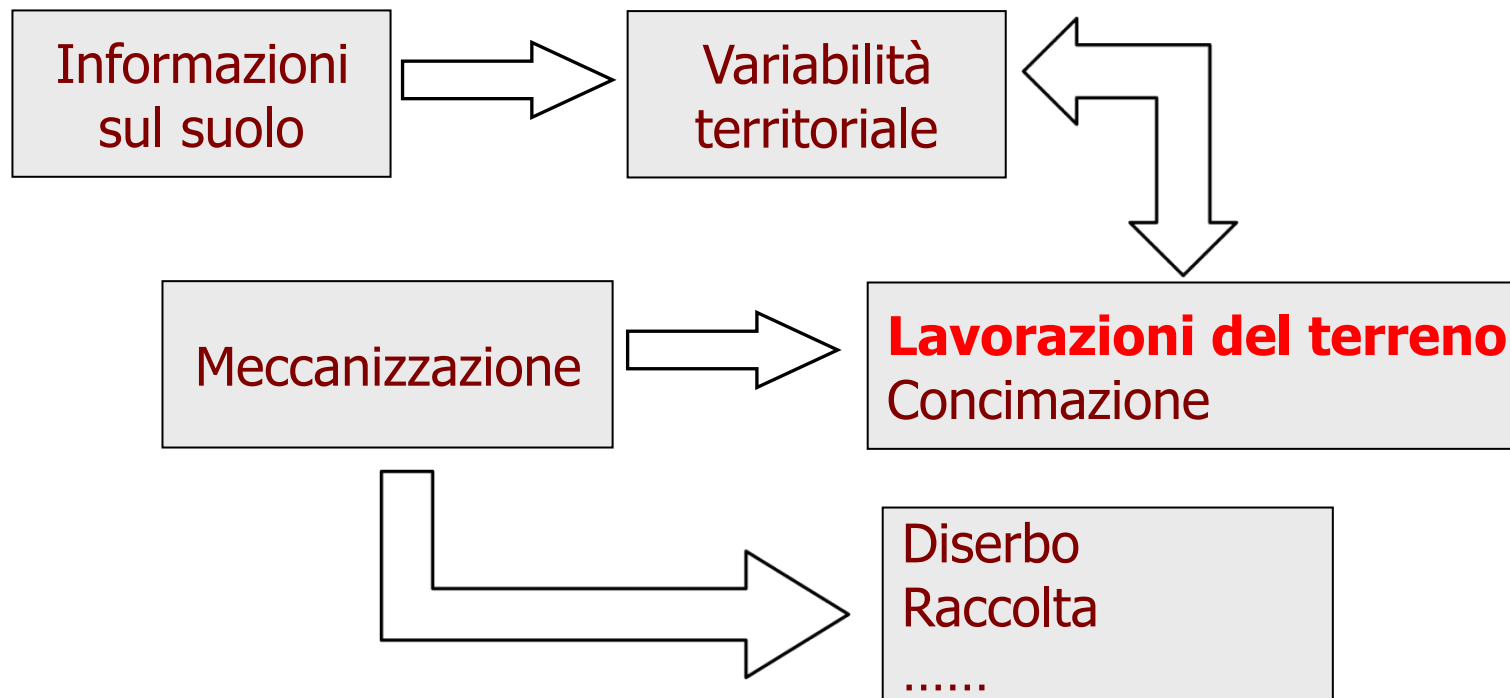
Dati aziendali



Aziende coinvolte



**Identificazione della causa di variabilità
nella meccanizzazione**





Resistenza media del terreno alla lavorazione con diverse macchine operatrici con organi di lavoro fissi o azionati dalla pdp.

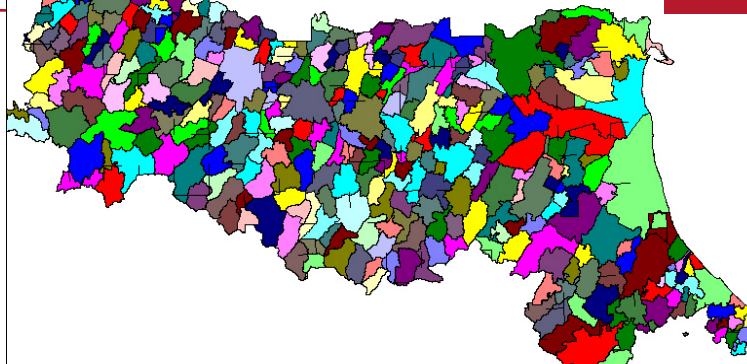
Tipo terreno	Aratri a versoio	Erpici			Vangatrice (W/m·cm)	Sarchiatrice (W/m·cm)
	Convenzionale (N/m·cm)	A dischi (N/m·cm)	Rotanti (W/m·cm)	Strigliatore (N/m·cm)		
Sabbioso	300-400	80-100	200-300	40-50	300-400	100-150
Sabbioso-limoso	400-500	100-120	300-400	50-60	400-500	150-200
Limoso-sabbioso	500-600	120-140	400-500	60-70	500-600	200-250
Limoso	600-700	140-160	500-600	70-80	600-700	250-300
Limoso-argilloso	700-800	160-180	600-700	80-90	700-800	300-350
Argilloso-sabbioso	800-900	180-200	700-800	90-100	800-900	350-400
Argilloso-limoso	900-1100	200-220	800-900	100-110	900-1100	400-500
Argilloso	1100-1400	220-260	900-1000	110-130	1100-1300	500-600



- **Cartografia di base:**
 - Confini amministrativi (Province e Comuni della Regione Emilia-Romagna)
 - Uso del suolo
 - Pedologia
- **Dati alfanumerici:**
 - Input energetici distinti in base al tipo di suolo
 - Output energetici

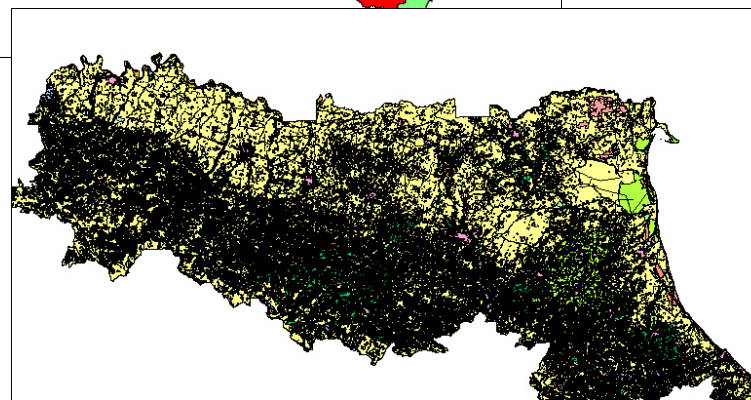
Confini amministrativi

$$Conf = \{Conf_j | j = 1, \dots, J\}$$



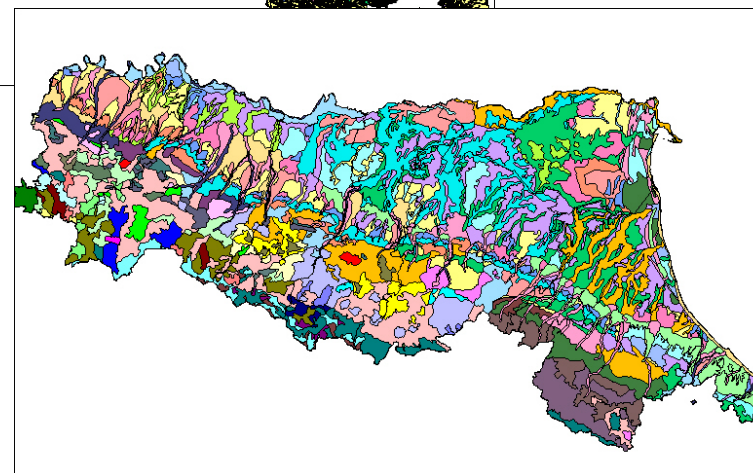
Uso del suolo

$$Uso = \{Uso_j | j = 1, \dots, J\}$$

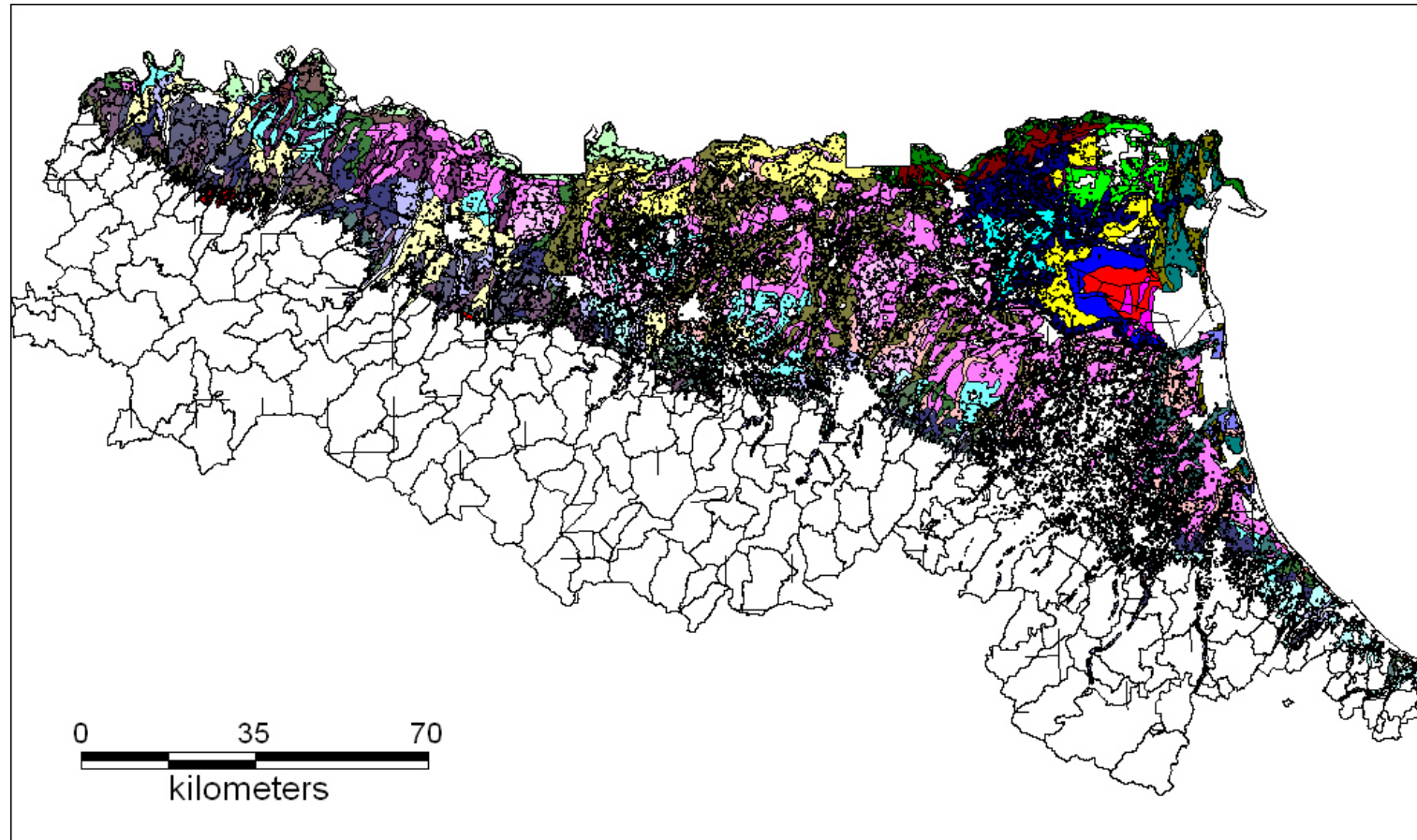


Tipi di suolo (pedologia)

$$Ped = \{Ped_w | w = 1, \dots, W\}$$



Creazione di aree omogenee



$$B = \{t_i\} = \{t_{i,j}\} = \{t_{i,j} = \text{Conf}_i \cap \text{Use}_j \cap \text{PEd}_j\} = \{i=1, \dots, I; j=1, \dots, J; w=1, \dots, W; A_{i,j} \neq \emptyset\}$$



Itinerario Tecnico

Alto Input (AI)

Alto Input (AI)

Alto Input (AI)

Basso Input (BI)

Basso Input (BI)

Basso Input (BI)



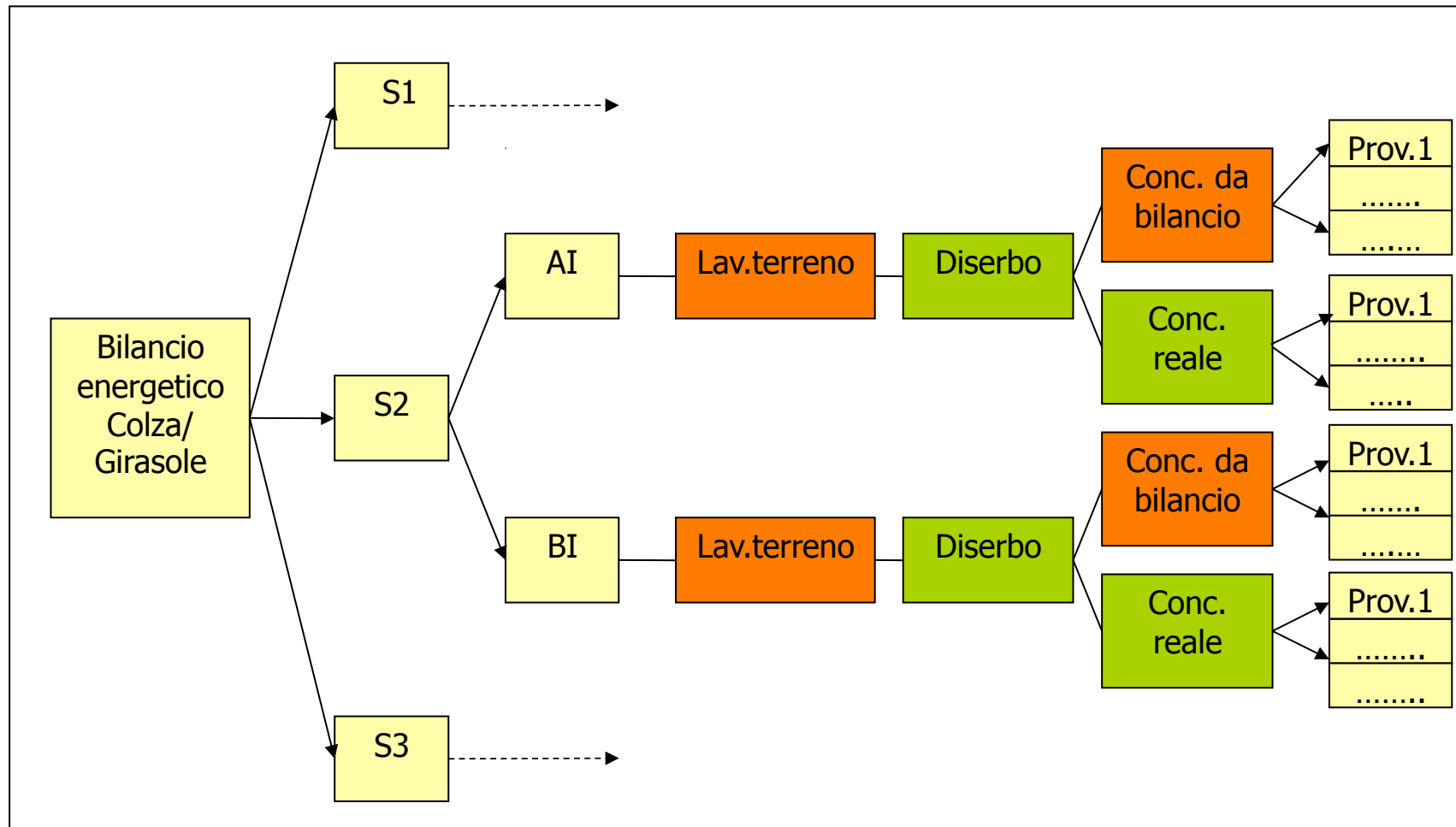
OLIO VEGETALE

Transesterificazione

BIODIESEL



Implementazione dei dati energetici nel modello territoriale





Bilancio energetico della fase agricola

Energia netta = Output - Input

Efficienza en. = Output / Input

Resa in seme di colza e
girasole (t s.s./ha)

Contenuto in olio del seme:

Girasole = 35-40%

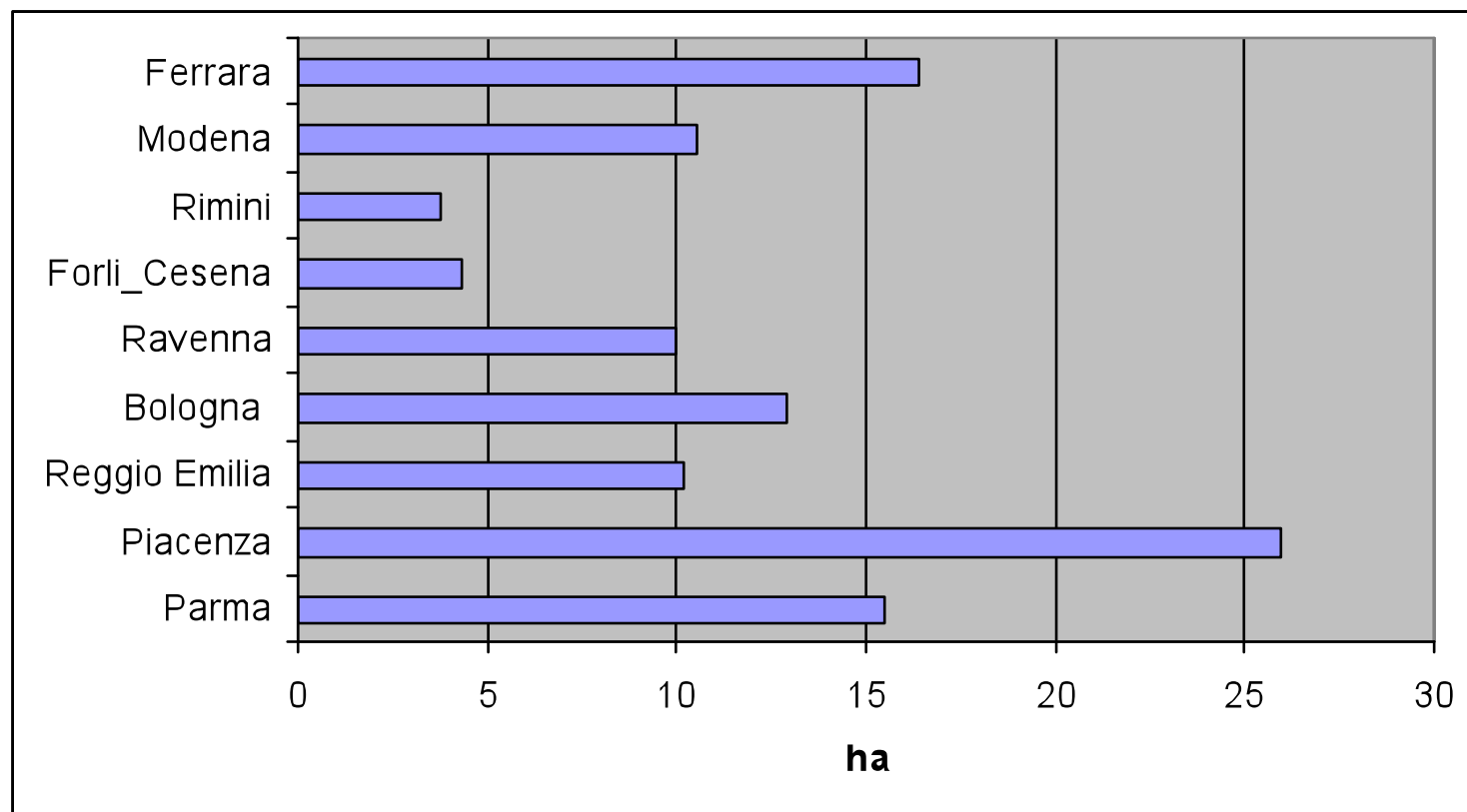
Colza = 33-40%

Input diretti:

Gasolio usato per le macchine
agricole

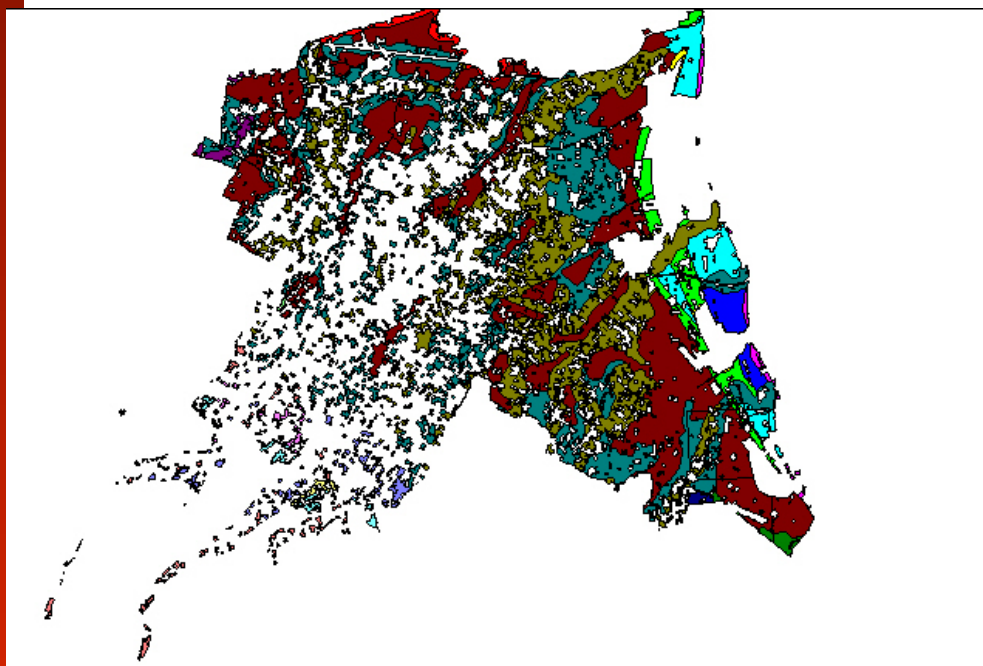
Input indiretti:

Energia spesa nella fabbricazione
dei mezzi di produzione (macchine,
seme, fertilizzanti, diserbanti)



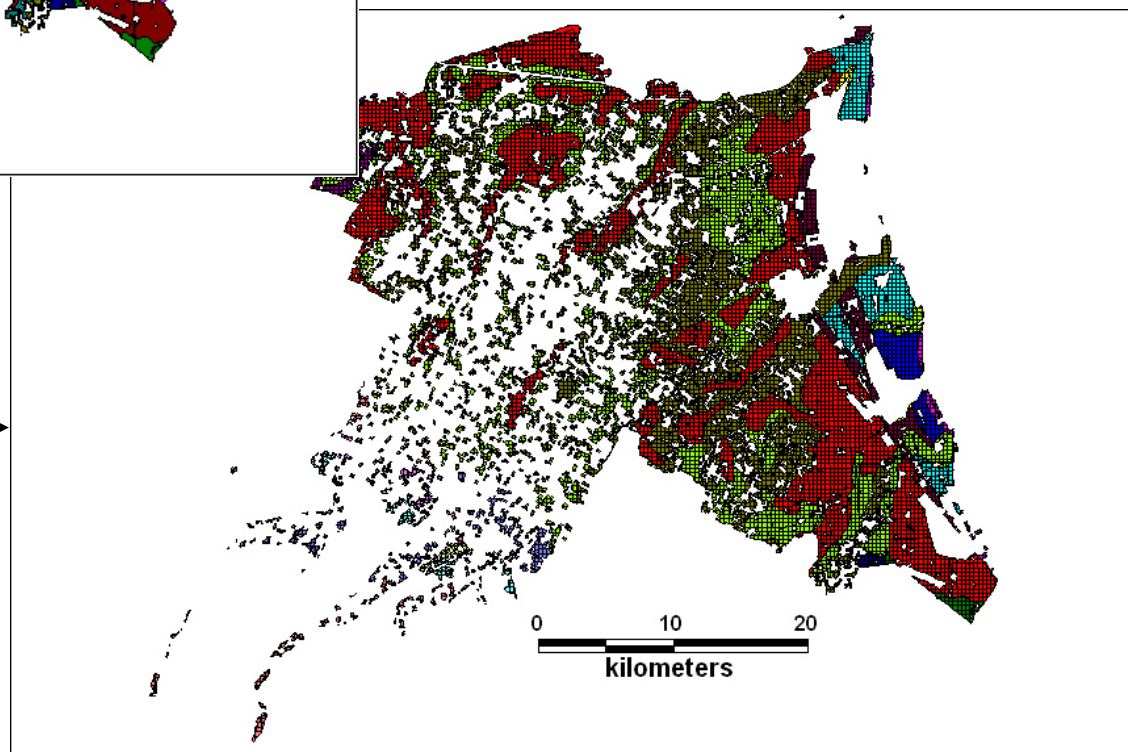
Dati da censimento Istat (comuni di pianura)

Rappresentazione su base provinciale delle aziende



SAU media:
Forlì-Cesena = 4,55 ha
Ravenna = 9,78 ha

Intersezione con griglia
aziendale media. →



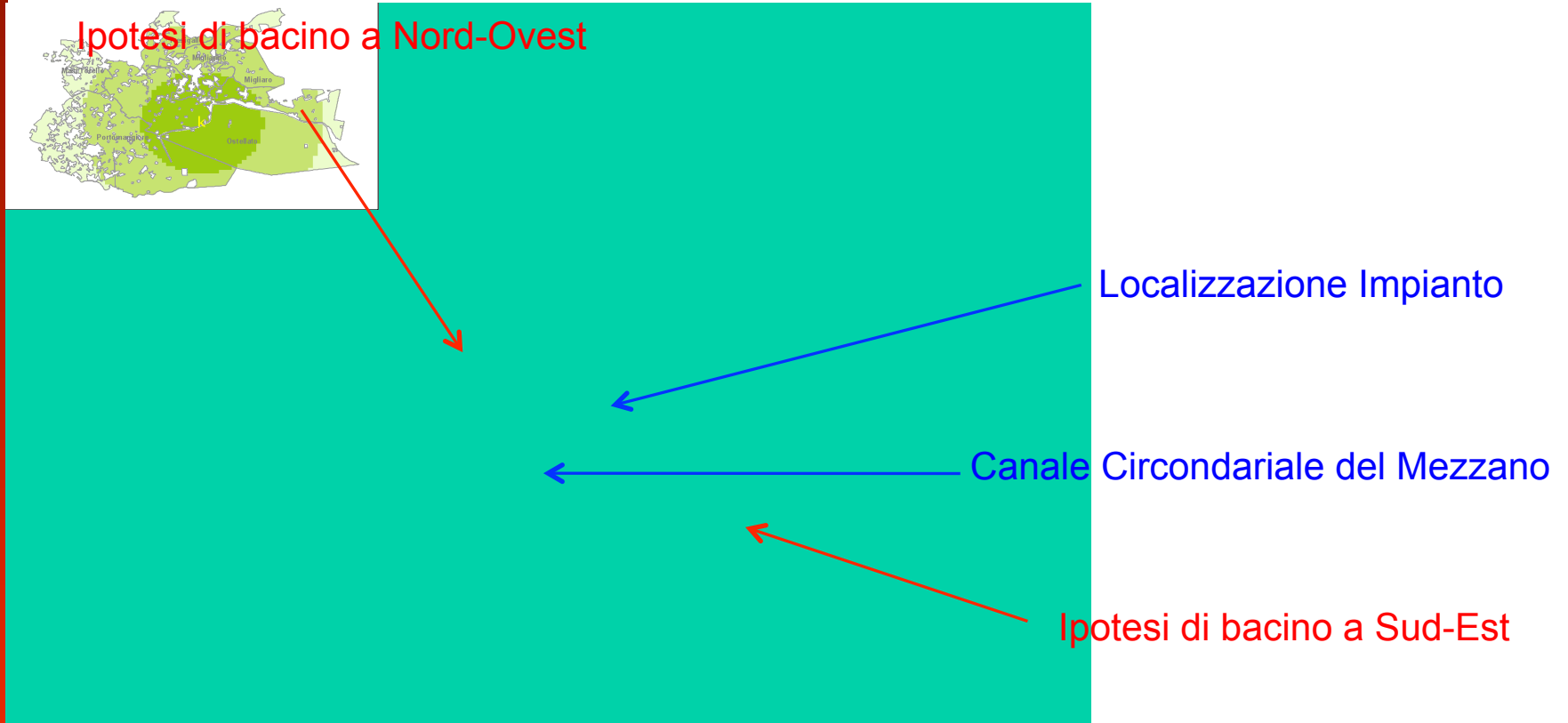
Rappresentazione su base provinciale delle aziende



Al bilancio energetico di una stessa azienda agricola concorrono valori energetici diversi in relazione ai tipi di suolo che la costituiscono.

Potenza elettrica netta (kW)	Quantità olio stimata (t/a)	Superficie coltivata stimata (ha)
30	67	50
420	740	500
2 x 420	1480	1000
1026	1785	1300
3974	6590	4800

Area studio e individuazione di un bacino

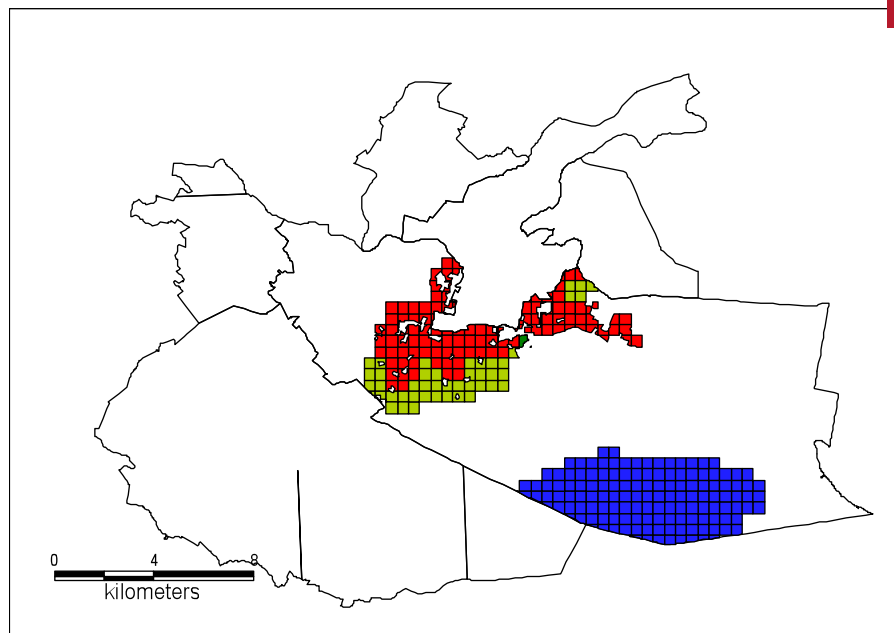


- Si fanno diverse ipotesi di bacini di approvvigionamento
- Ogni bacino scelto totalizza una quantità di biomassa in funzione dell'ipotesi impiantistica adottata (superfici da 500 a 4800 ha circa)
- La produzione si considera nell'ambito di una rotazione triennale



Efficienza Energetica Girasole

Ipotesi impianto da 1MW



Efficienza energetica
Bacino Nord-Ovest

- 1.907 - 1.933 (114)
- 1.851 - 1.879 (45)
- 1.795 - 1.823 (1)

Efficienza Energetica
Bacino Sud-Est

- 2.03122077 (142)

(AI)

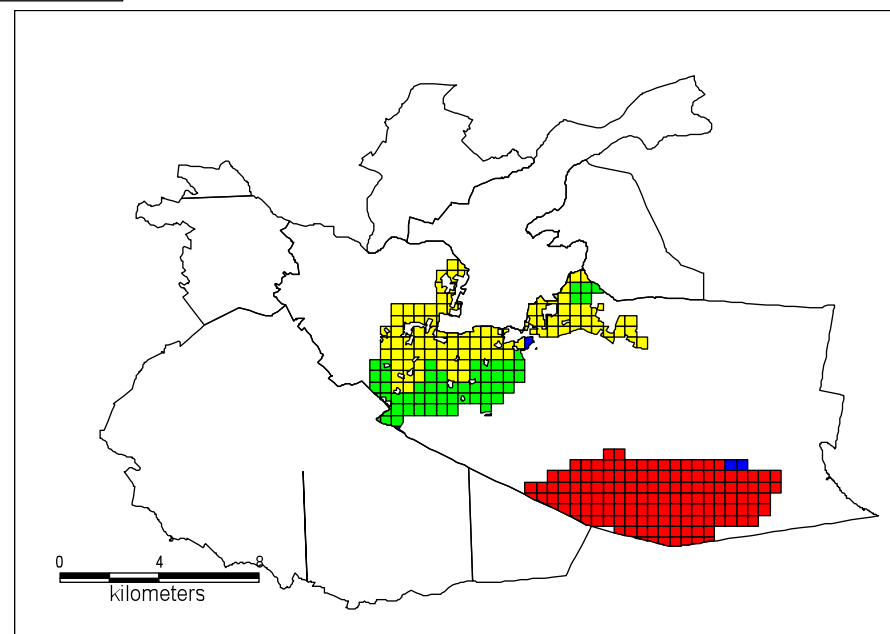
(BI)

Efficienza Energetica
Bacino Nord-Ovest

- 3.379 - 3.3937 (114)
- 3.3352 - 3.3498 (57)
- 3.3206 - 3.3352 (2)

Efficienza Energetica
Bacino Sud-Est

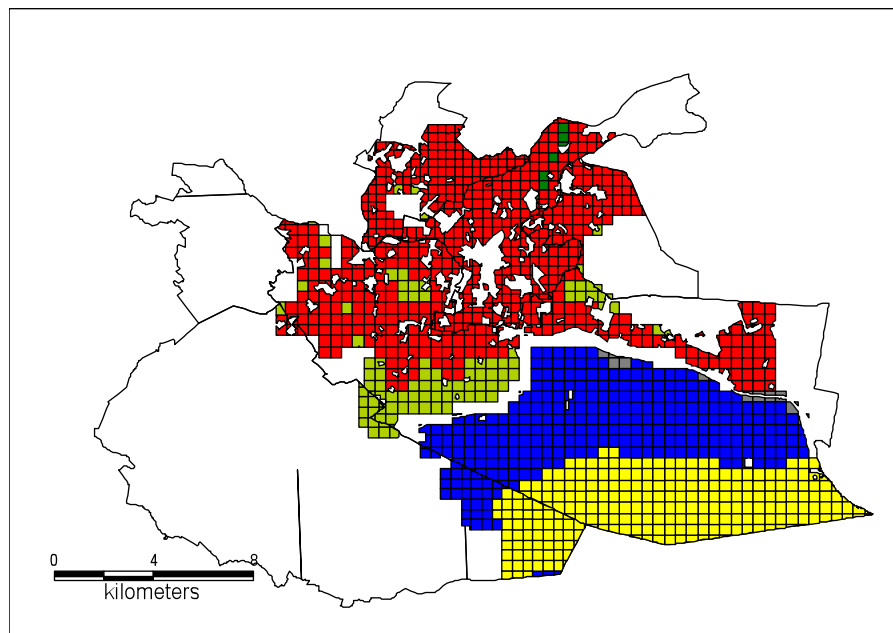
- 3.448 - 3.48 (136)
- 3.32 - 3.352 (2)





Efficienza Energetica Girasole

Ipotesi impianto da 4 MW



Efficienza Energetica Bacino Nord-Ovest

■	1.907 - 1.933	(735)
■	1.851 - 1.879	(114)
■	1.795 - 1.823	(8)

← (AI)

Efficienza Energetica Bacino Sud-Est

■	1.983 - 2.032	(258)
■	1.889 - 1.936	(13)
■	1.795 - 1.842	(288)

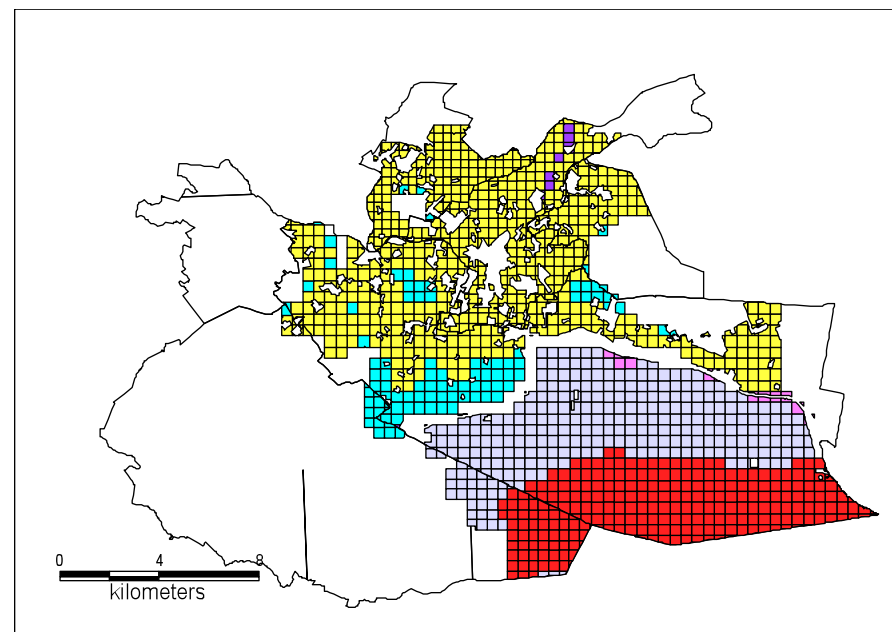
(BI) →

Efficienza Energetica Bacino Nord-Ovest

■	3.379 - 3.3937	(735)
■	3.3352 - 3.3498	(114)
■	3.3206 - 3.3352	(8)

Efficienza Energetica Bacino Sud-Est

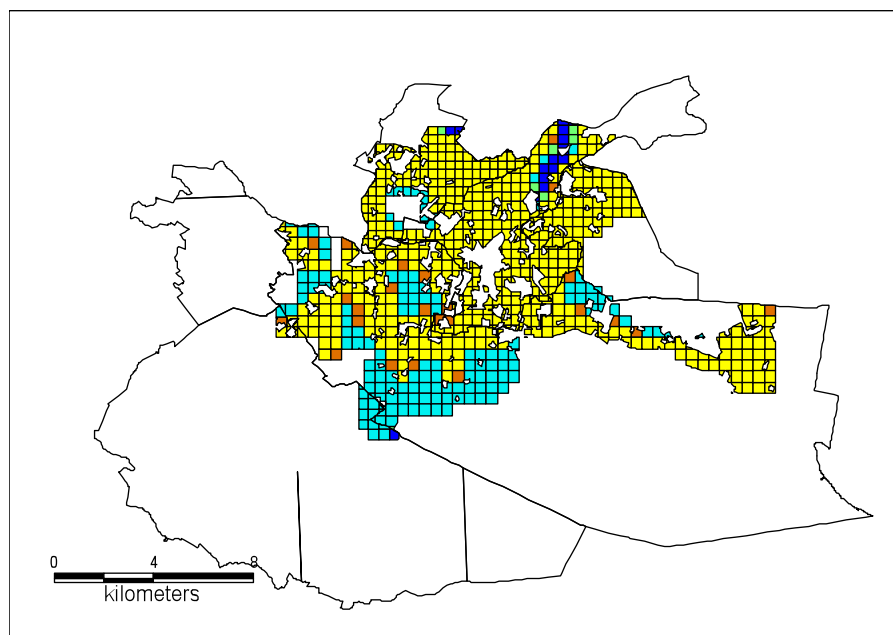
■	3.448 - 3.48	(258)
■	3.384 - 3.416	(13)
■	3.32 - 3.352	(288)





Energia Netta Girasole

Ipotesi impianto da 4 MW



Energia Netta (MJ/ha)
Bacino Nord-Ovest

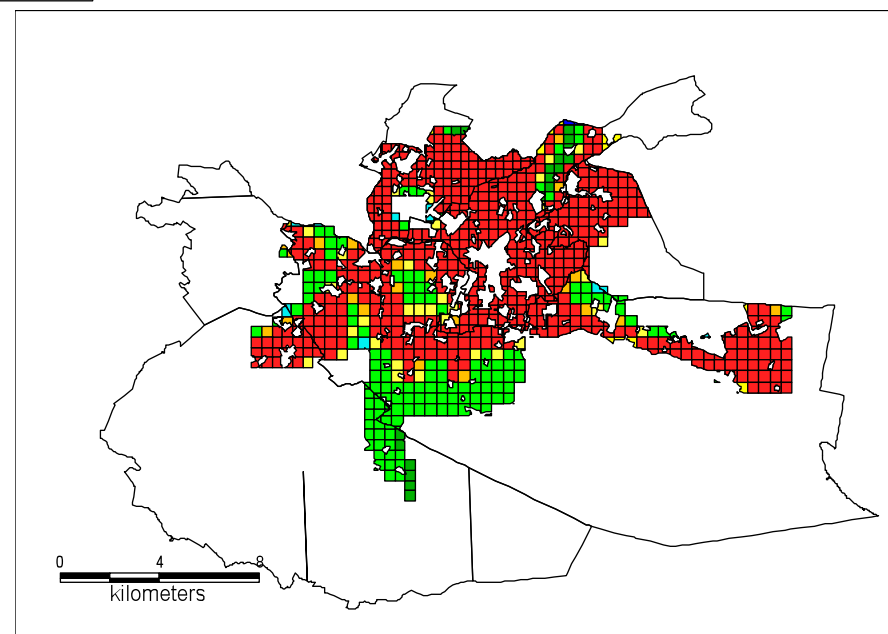
Yellow	24,390 - 24,790	(651)
Orange	23,980 - 24,390	(24)
Cyan	23,570 - 23,980	(160)
Light Green	23,160 - 23,570	(7)
Blue	22,750 - 23,160	(15)

← (AI)

Energia Netta (MJ/ha)
Bacino Nord-Ovest

Red	33,668 - 33,731	(679)
Orange	33,606 - 33,668	(21)
Yellow	33,544 - 33,606	(33)
Light Green	33,482 - 33,544	(159)
Dark Green	33,420 - 33,482	(18)

(BI) →



Maggiori input energetici:
concimazione (indiretto) e lavorazioni del terreno (diretto)

L'efficienza energetica della fase agricola aumenta quando si riducono gli input energetici del processo produttivo agricolo

Il costo energetico del trasporto non incide in maniera significativa sul costo energetico totale

L'incidenza energetica delle lavorazioni del terreno varia dal 23% al 49% dei consumi diretti di carburante

Distribuzione territoriale dell'efficienza energetica rispecchia il pattern pedologico

I valori energetici sono legati alla localizzazione aziendale e differiscono in base alle aree di approvvigionamento

Versatilità del modello territoriale:
analisi di situazioni caratterizzate da diversi livelli informativi,
elaborazione di ulteriori variabili (economiche, etc.)

INFORMAZIONI ALLE AUTORITA' DECISIONALI PER LA
PROGRAMMAZIONE DELLA GESTIONE DELLE AREE
AGRICOLE

INFORMAZIONI RELATIVE ALLE SCELTE INDUSTRIALI
IN TERMINI DI LOCALIZZAZIONE E
DIMENSIONAMENTO
DEGLI IMPIANTI DI CONVERSIONE