

Il sequestro del carbonio organico nei suoli agrari

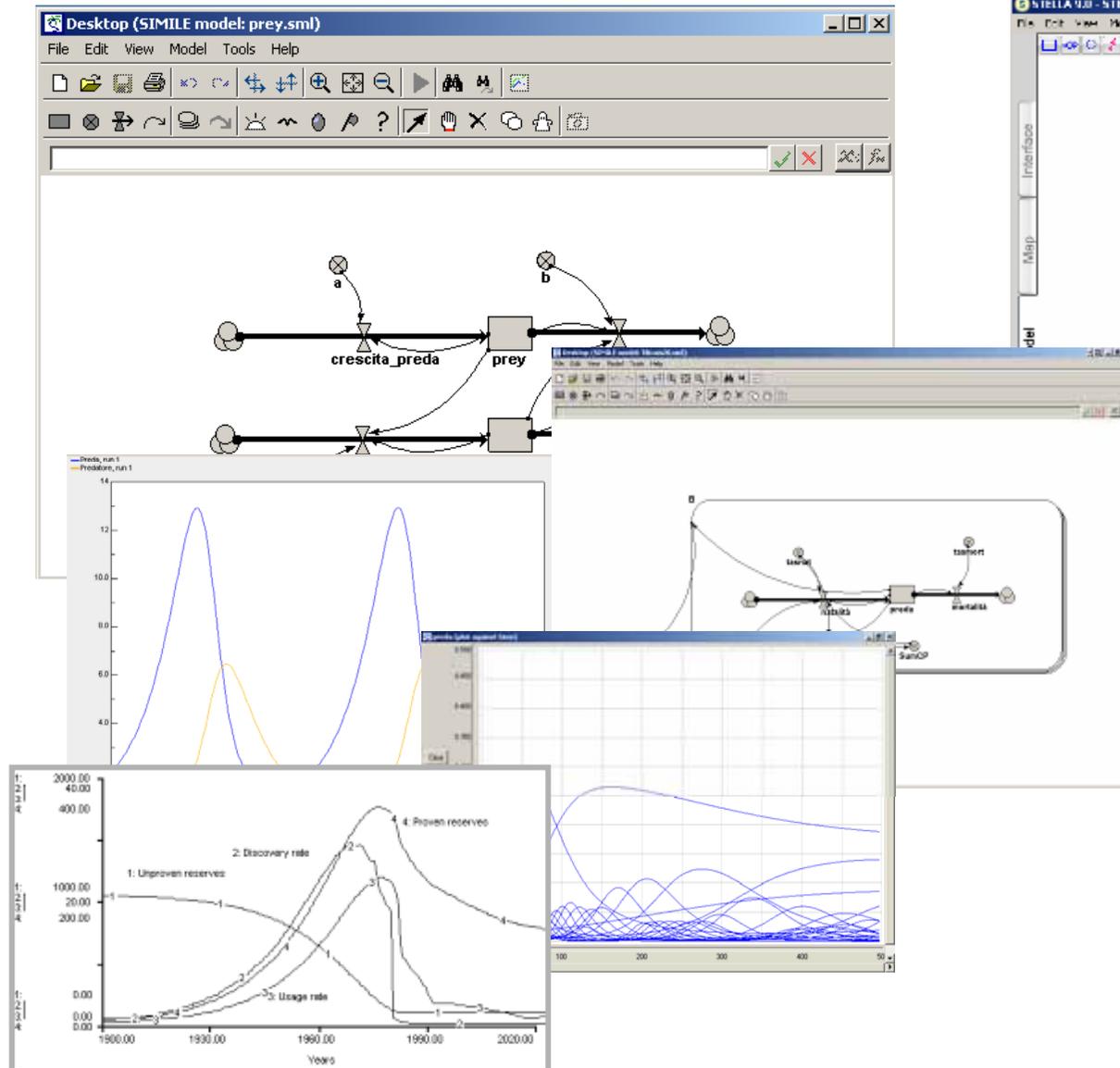
Nuovi modelli previsionali per il sequestro del carbonio nei suoli agrari

Stefano Mazzoleni, Francesco Giannino, Giuliano Bonanomi, Daniela Piermatteo

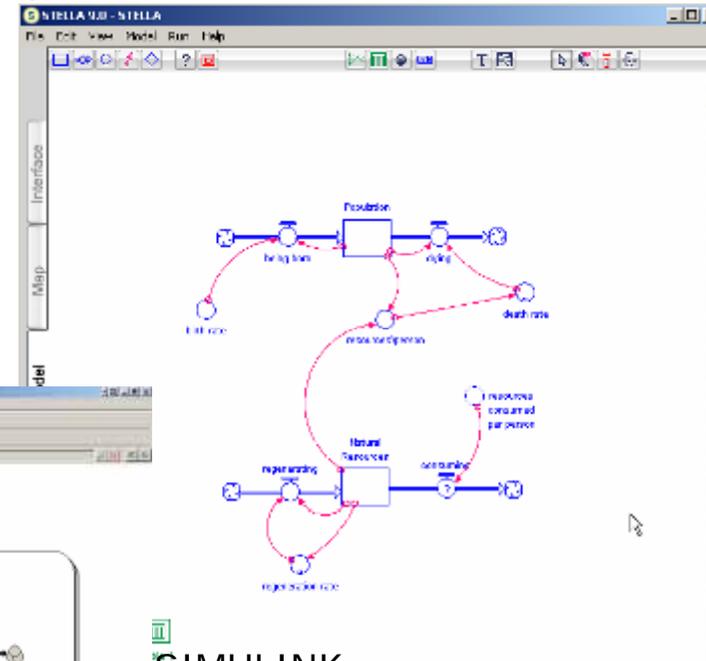
*Laboratorio di Ecologia Applicata – Facolta' di Agraria
Universita di Napoli Federico II*

L'approccio: I sistemi dinamici

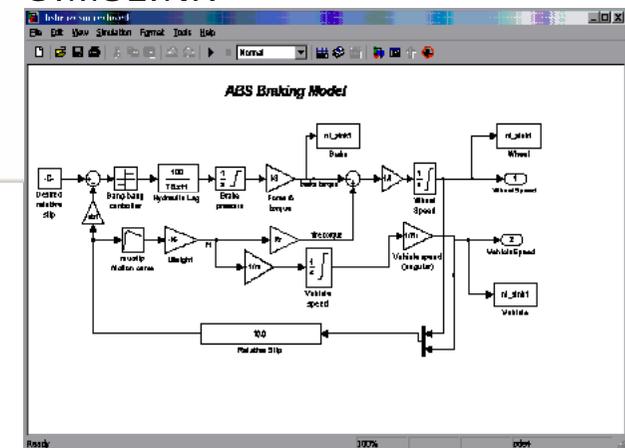
SIMILE



STELLA

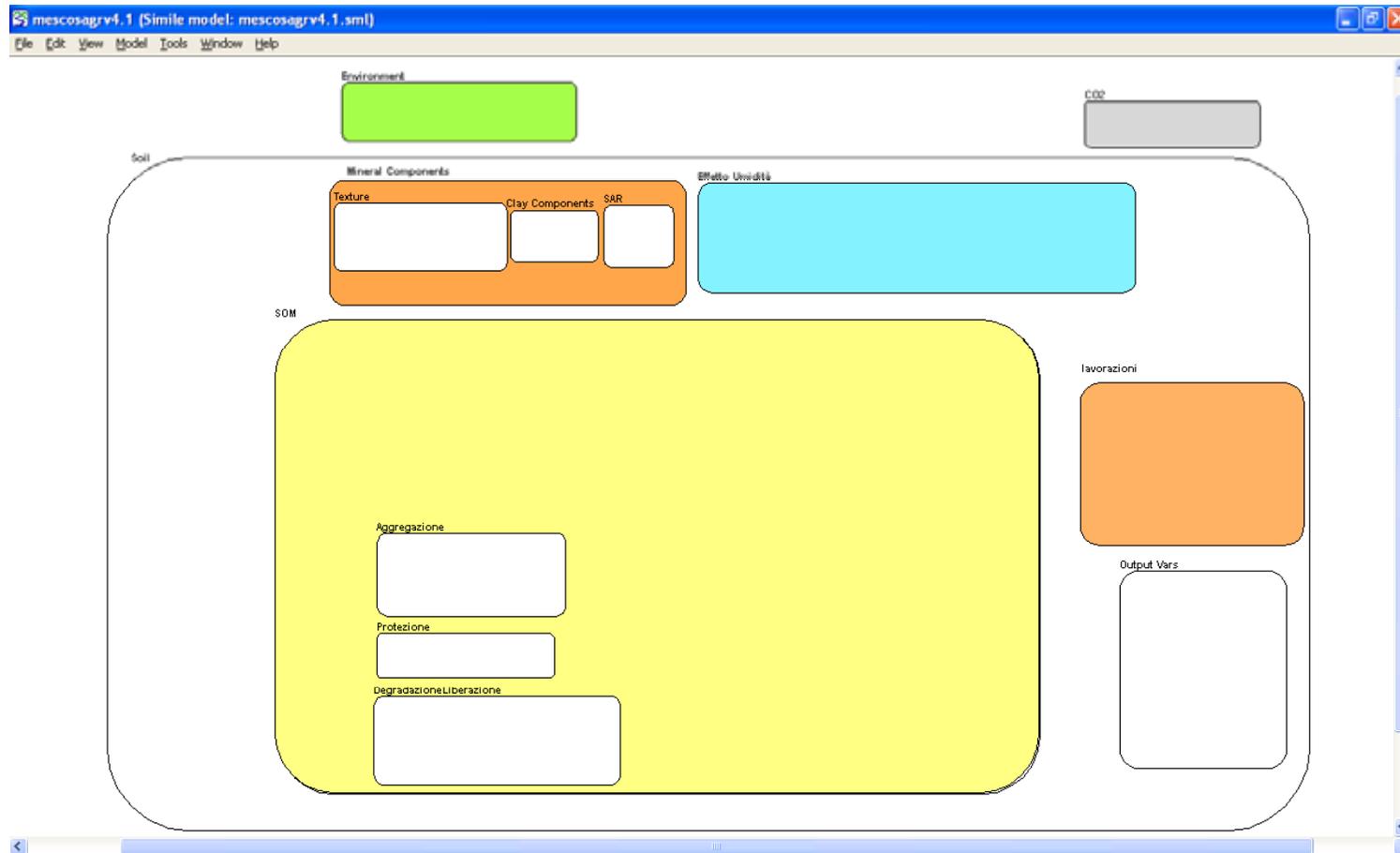


SIMULINK



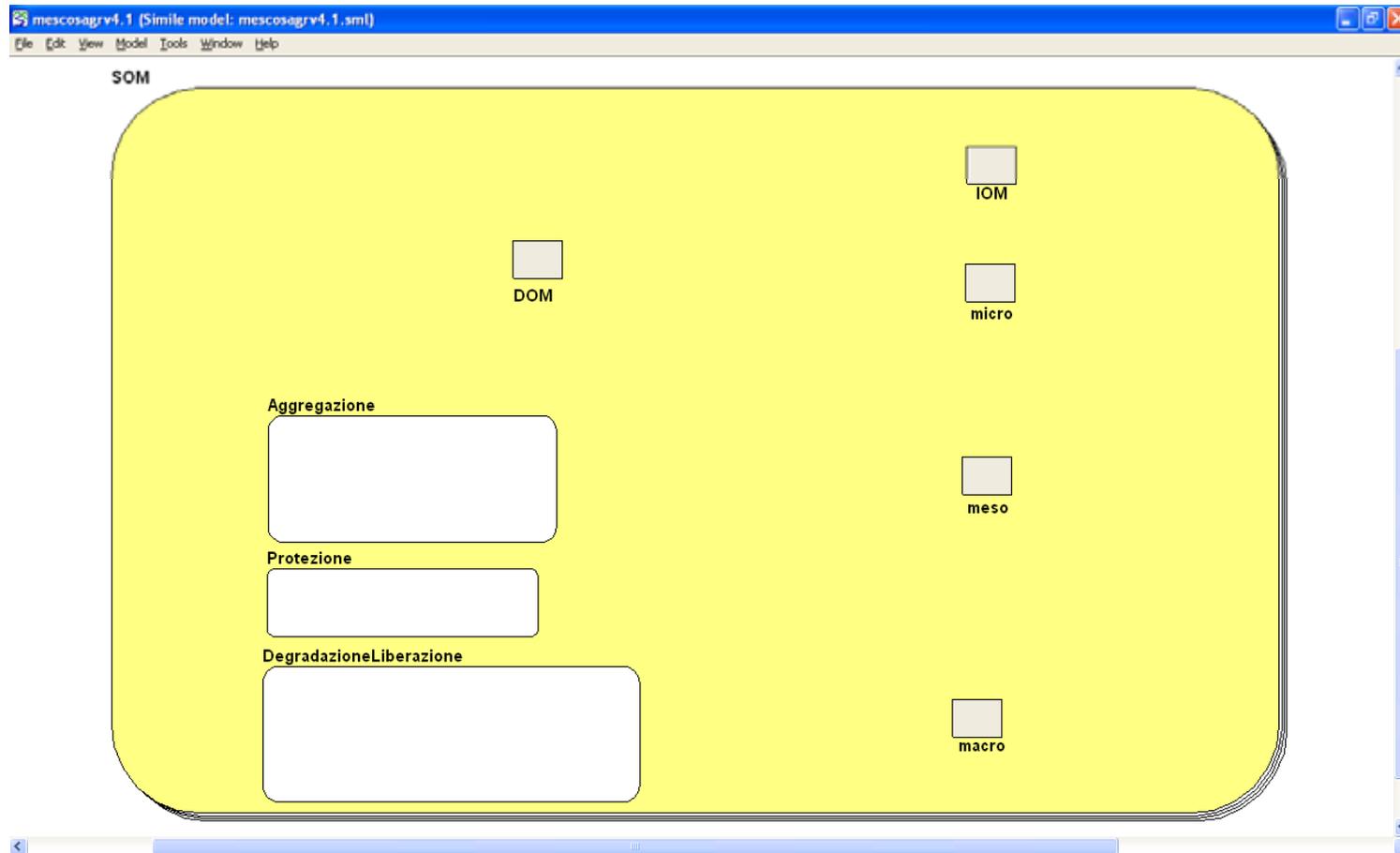
Descrizione del modello: i sottomodelli

Il modello MescoSagr si compone di diversi sottomodelli comprendenti quelli che forniscono i parametri di input (Condizioni ambientali, Parametri del Suolo, Lavorazioni) e il sottomodello relativo al C organico del suolo (SOM)



Descrizione del modello: le variabili di stato

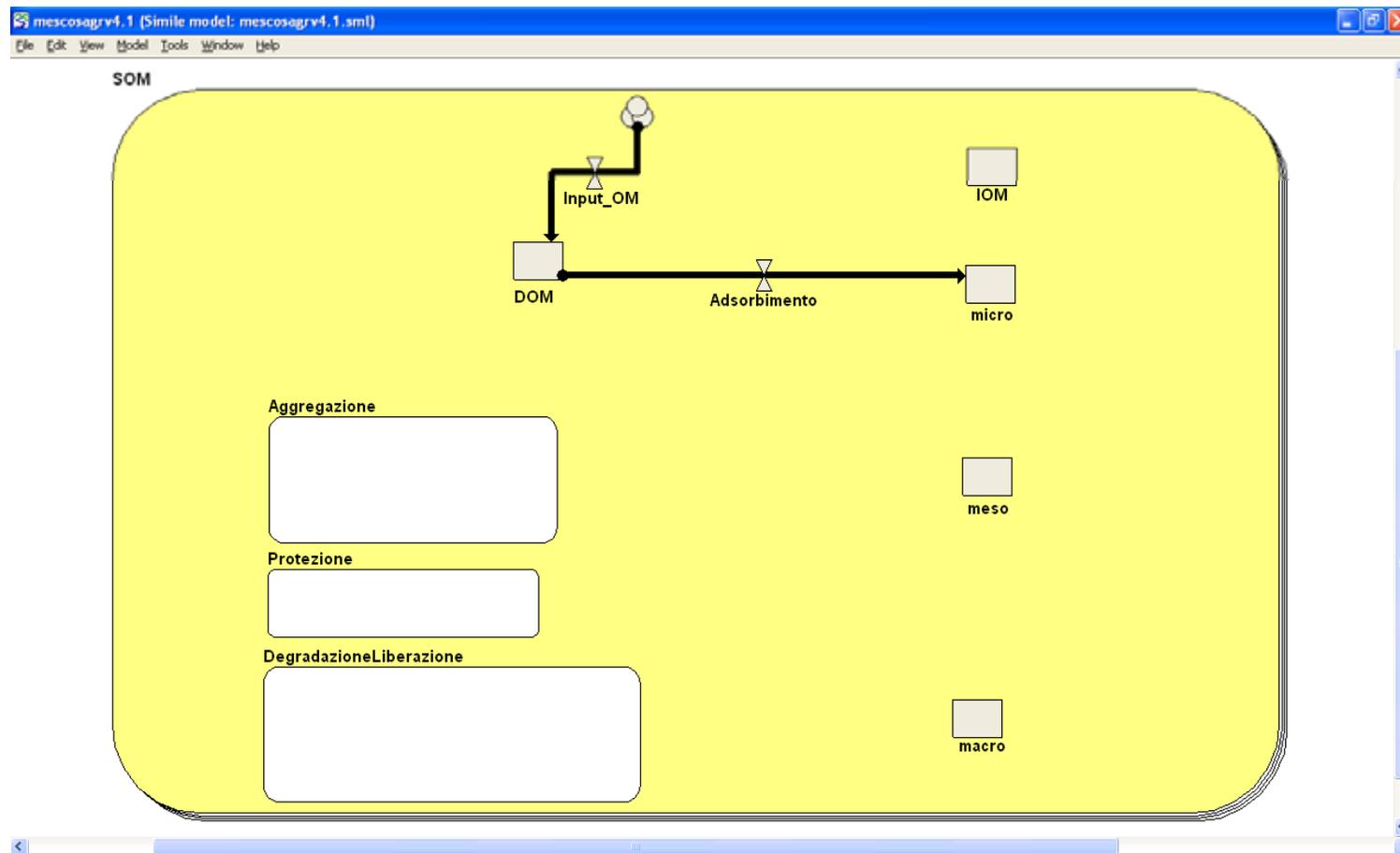
Il modello principale ha 5 compartimenti (DOM, MICRO, MESO, MACRO, IOM) che rappresentano i diversi stati del C nel suolo. La somma dei 5 compartimenti rappresenta il contenuto complessivo in C organico (SOM)



Descrizione del modello: adsorbimento

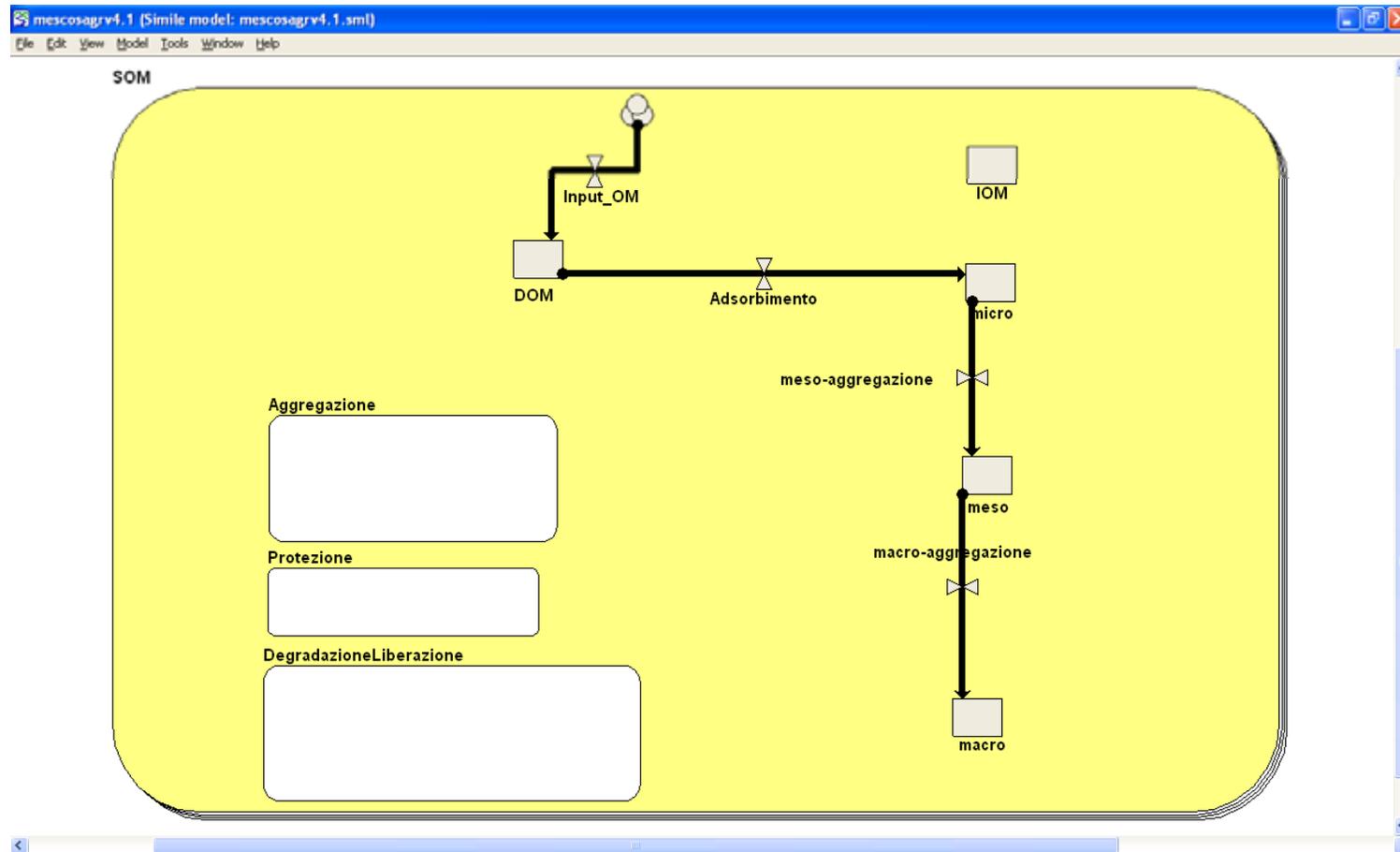
La DOM derivante dai essudati radicali, residui vegetali, lettiera e ammendamenti organici può “legarsi” alla frazione minerale del suolo attraverso il processo di adsorbimento.

L’adsorbimento è dipendente dalla superficie adsorbente del suolo (SA, che è funzione della tessitura e della mineralogia) oltre che dalla quantità di C organico presente sulla superficie minerale. Questo processo incrementa il livello massimo di “saturazione” di C organico dei suoli.



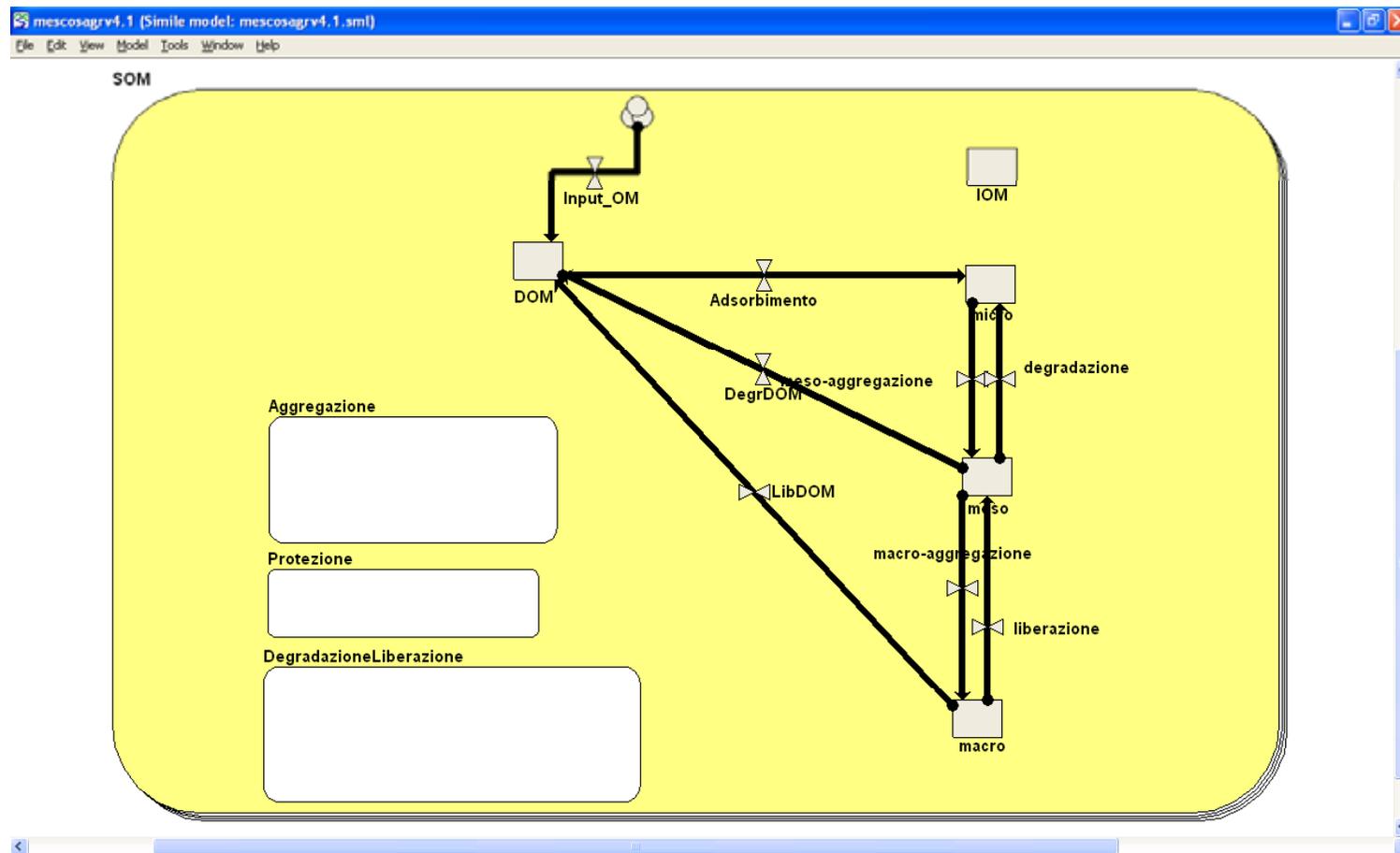
Descrizione del modello: aggregazione

Il processo di adsorbimento del C organico determina l'aggregazione in strutture organo-minerali di diverse dimensioni (3 classi dimensionali: $<63\mu$; $> 63\mu$ e $<250\mu$; $>250\mu$).



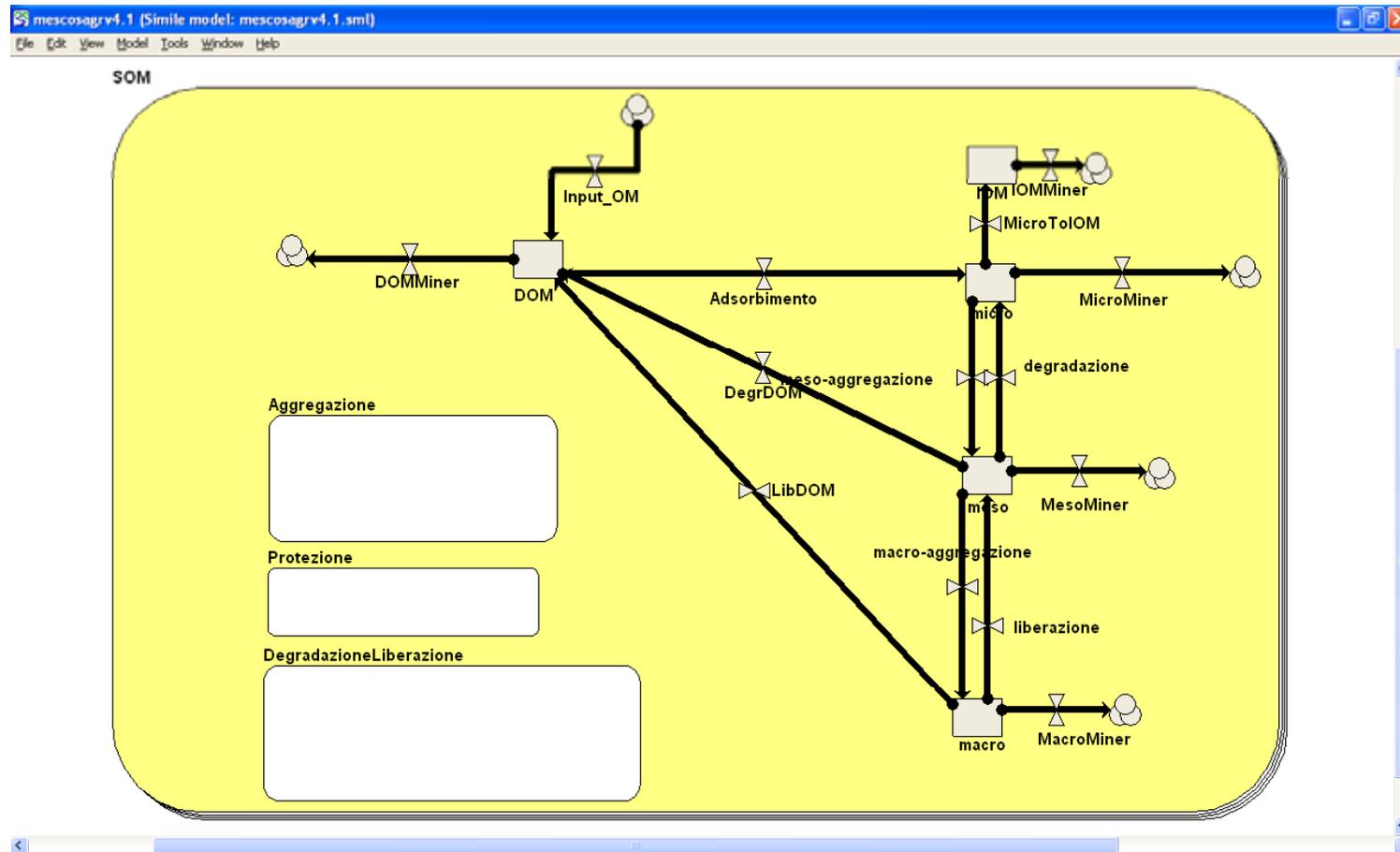
Descrizione del modello: degradazione

Gli aggregati sono però soggetti a processi che possono determinare la loro distruzione. Il disturbo fisico (lavorazioni) e condizioni chimico-fisiche specifiche (es. SAR elevata) del suolo favoriscono la rottura degli aggregati determinando la formazione di strutture di minore dimensioni e il contemporaneo rilascio di C organico nella DOM



Descrizione del modello: mineralizzazione

La velocità di mineralizzazione del C organico, a parità di tipologia chimica e condizioni ambientali, è dipendente dallo stato di aggregazione. L'aggregazione determina una progressiva riduzione della mineralizzazione a causa della "protezione" chimico-fisica del C organico

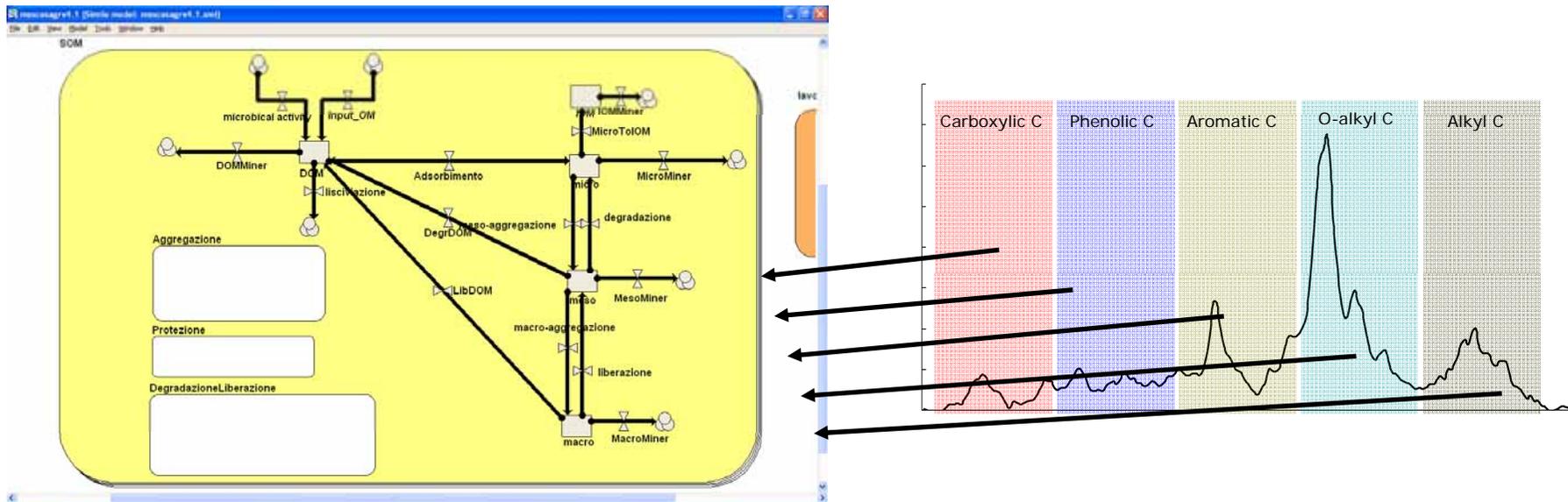


Descrizione del modello: la qualità del C organico

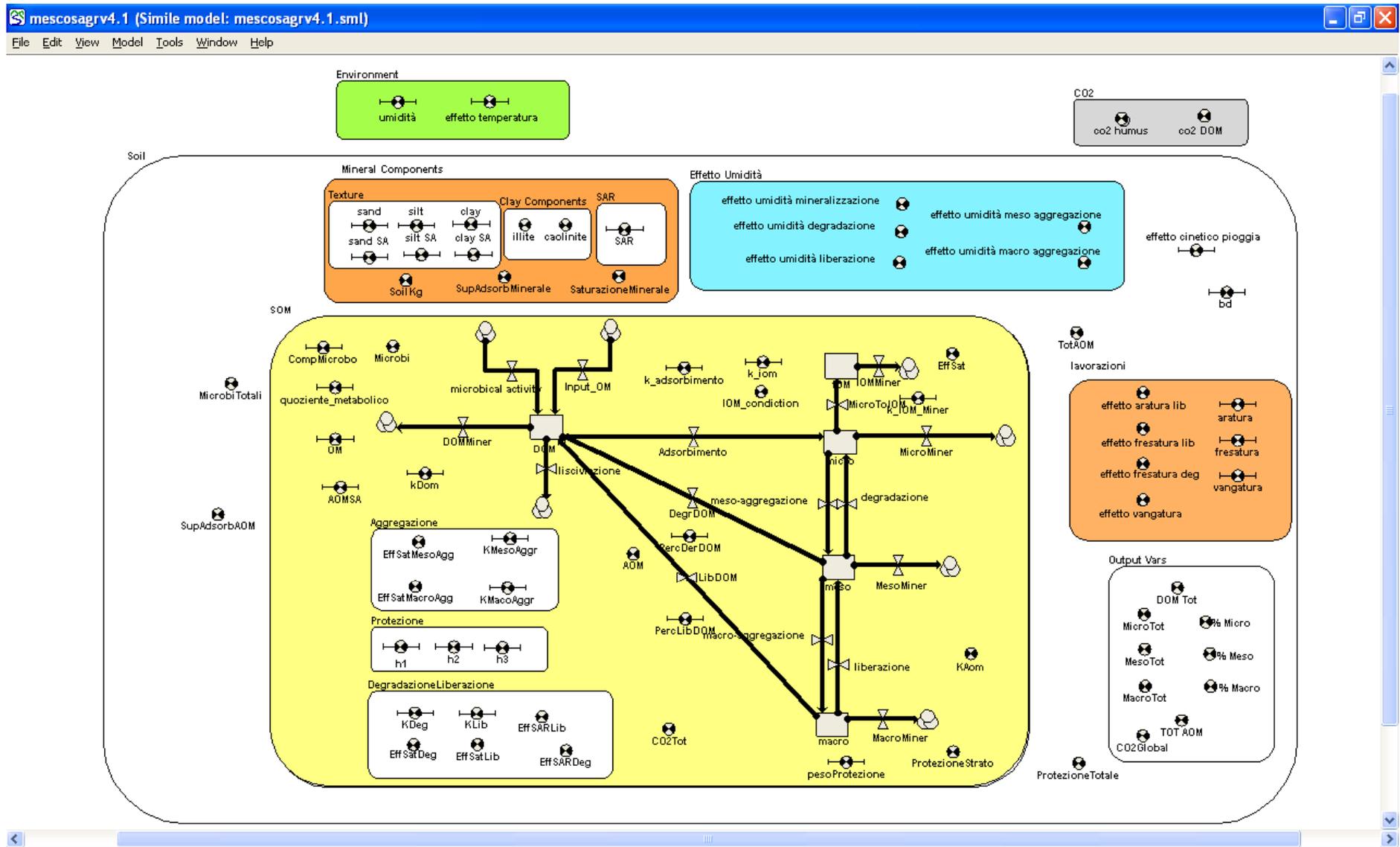
La "qualità" del C organico è spesso caratterizzata attraverso parametri come il rapporto C/N o Lignina/N

In questo modello la "qualità" è rappresentata in diversi "strati". Questi sono individuati in base al rapporto ottanolo/acqua (un indice di idroficità) delle frazioni ottenute attraverso l'analisi ^{13}C NMR e Pirolisi del C organico.

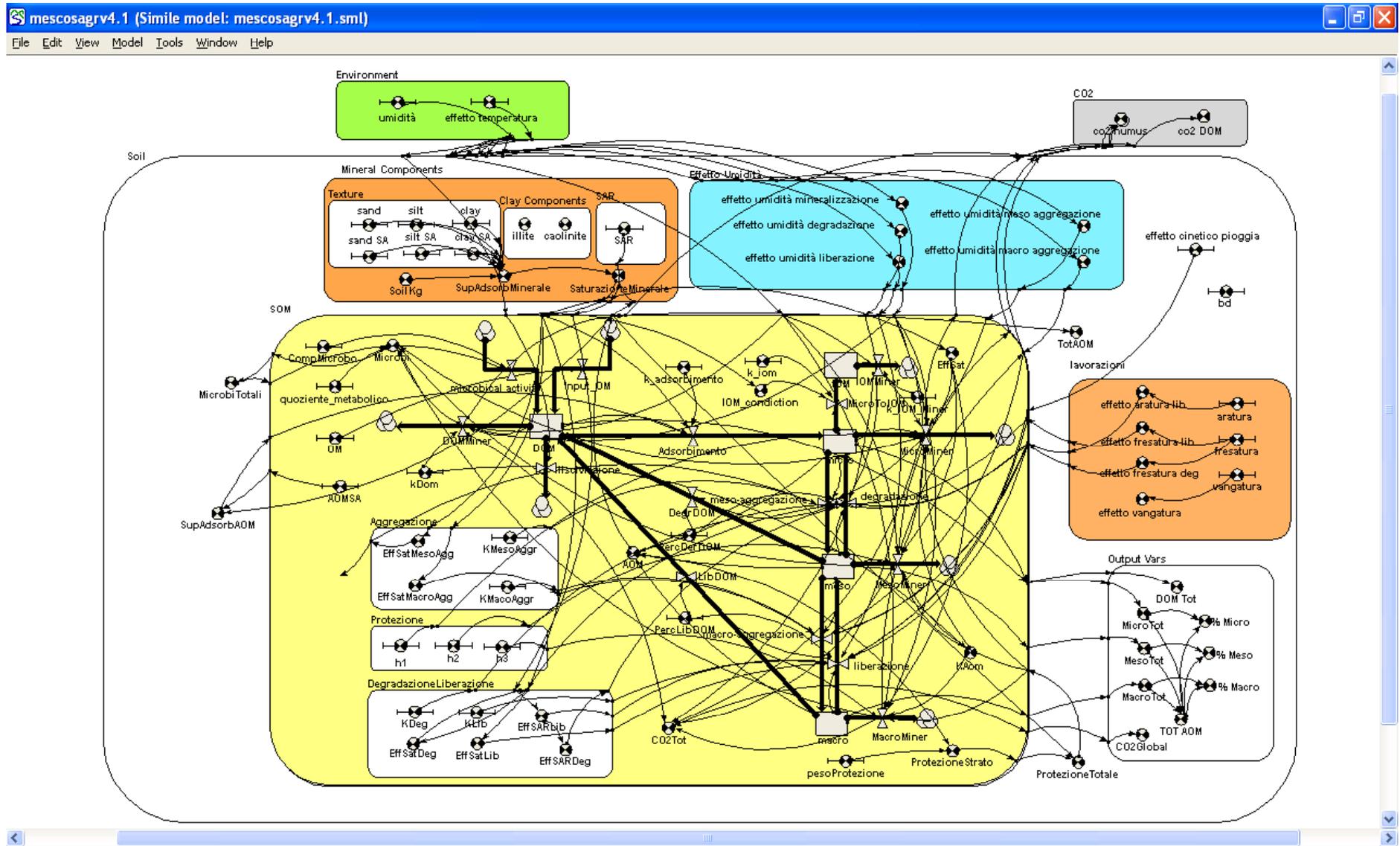
La "qualità" del C organico influenza la velocità di mineralizzazione e la capacità di aggregazione della matrice minerale. Inoltre, i diversi "strati" interagiscono fra loro determinando un incremento o una riduzione della mineralizzazione degli altri "strati".



Descrizione del modello: compartimenti, variabili e flussi



Descrizione del modello: la rete di influenze



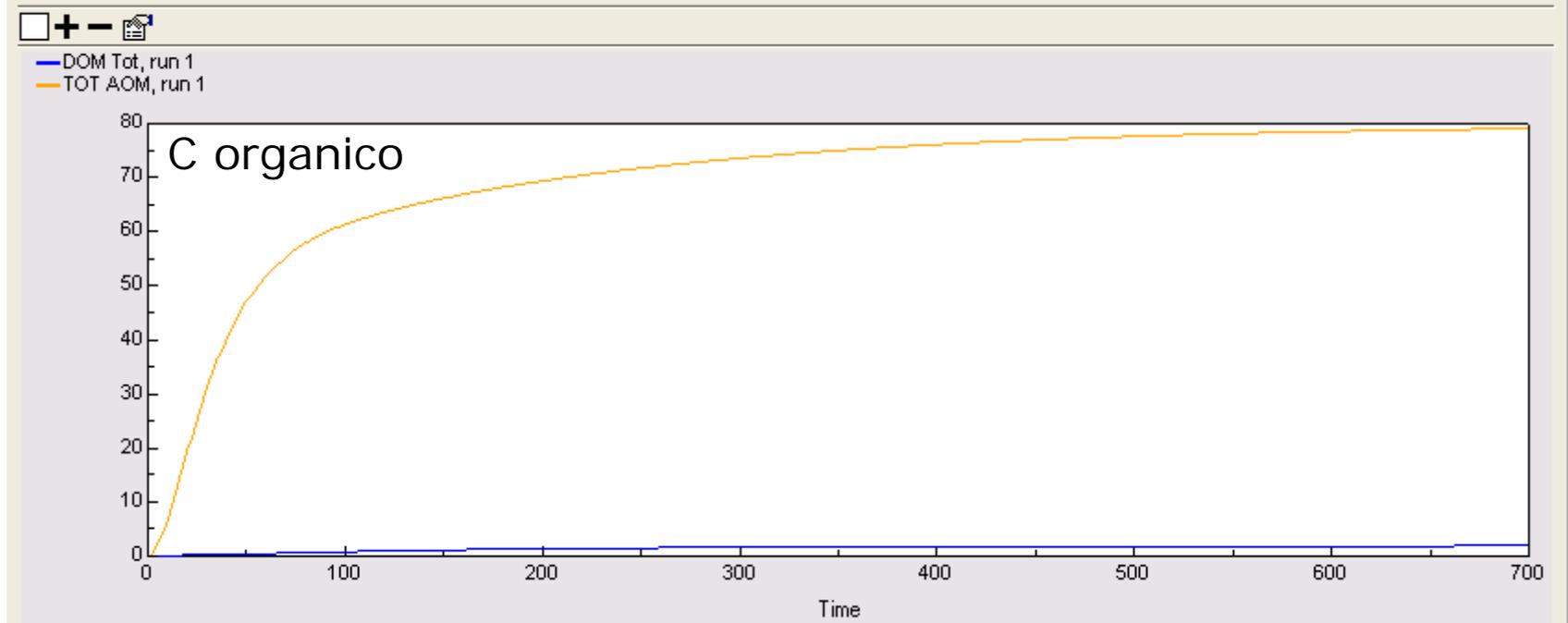
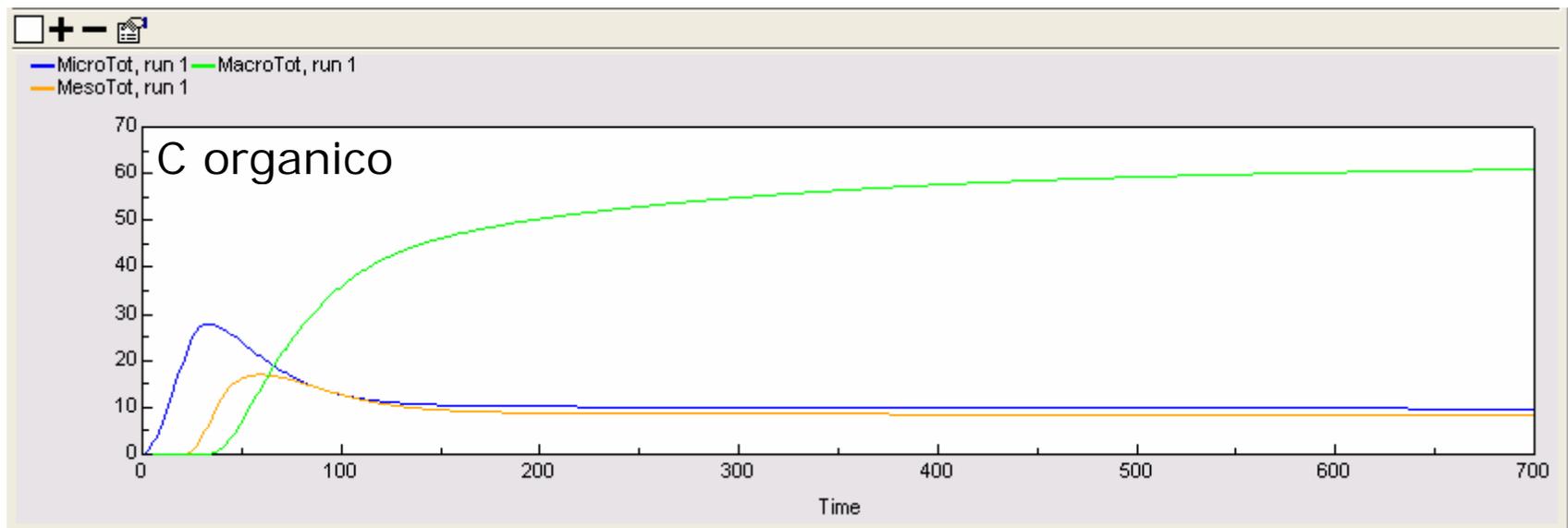
Input

	INPUT	UNIT	TIMESTEP	DESCRIPTION
ENVIRONMENT	TMAX	°C	DAILY	MAX AIR TEMPERATURE
	TMIN	°C	DAILY	MIN AIR TEMPERATURE
	RAIN	mm	DAILY	PRECIPITATION
	SWC	m ³ /m ³	DAILY	VOLUMETRIC SOIL WATER CONTENT
	SOIL T	°C	DAILY	SOIL TEMPERATURE
SOIL TYPE	SAND	%	-	SAND FRACTION
	CLAY	%	-	CLAY FRACTION
	SILT	%	-	SILT FRACTION
	SAND SA	meq/100g	-	ADSORPTION SURFACE/CSC SAND
	CLAY SA	meq/100g	-	ADSORPTION SURFACE/CSC CLAY
	SILT SA	meq/100g	-	ADSORPTION SURFACE/CSC SILT
	ILLITE	meq/100g	-	CSC CLAY MINERAL TYPE
	KAOLINITE	meq/100g	-	CSC CLAY MINERAL TYPE
	SAR	mmol ^{1/2} L ^{-1/2}	-	SODIUM ADSORPTION RATIO
	SD	cm	-	SOIL DEPTH
	BD	cm ³ /cm ³	-	BULK DENSITY
	MICRO	%	-	PERCENT OF MICROAGGREGATE OF SOIL (initial time)
	MESO	%	-	PERCENT OF MESOAGGREGATE OF SOIL (initial time)
	MACRO	%	-	PERCENT OF MACROAGGREGATE OF SOIL (initial time)
	TILLAGE	PLOUGHING	JDAY	DAILY
MILLING		JDAY	DAILY	JULIAN DAY OF MILLING
SPADING		JDAY	DAILY	JULIAN DAY OF SPADING
ORGANIC MATTER	AOM 1 SA	meq/100g	-	ADSORPTION SURFACE LABILE AOM
	AOM 2 SA	meq/100g	-	ADSORPTION SURFACE RECALCITRANT AOM
	...	meq/100g	-	ADSORPTION SURFACE MORE RECALCITRANT AOM
	K AOM 1	g C m ⁻² day ⁻¹	DAILY/MONTHLY	DECOMPOSITION RATE OF LABILE AOM
	K AOM 2	g C m ⁻² day ⁻¹	DAILY/MONTHLY	DECOMPOSITION RATE OF RECALCITRANT AOM
	...	g C m ⁻² day ⁻¹	DAILY/MONTHLY	DECOMPOSITION RATE OF MORE RECALCITRANT AOM
	K ADSORPTION	g C m ⁻² day ⁻¹	DAILY/MONTHLY	ADSORPTION RATES OF AOM
	K IOM	g C m ⁻² day ⁻¹	DAILY/MONTHLY/YEARLY	% OF INERT ORGANIC MATTER

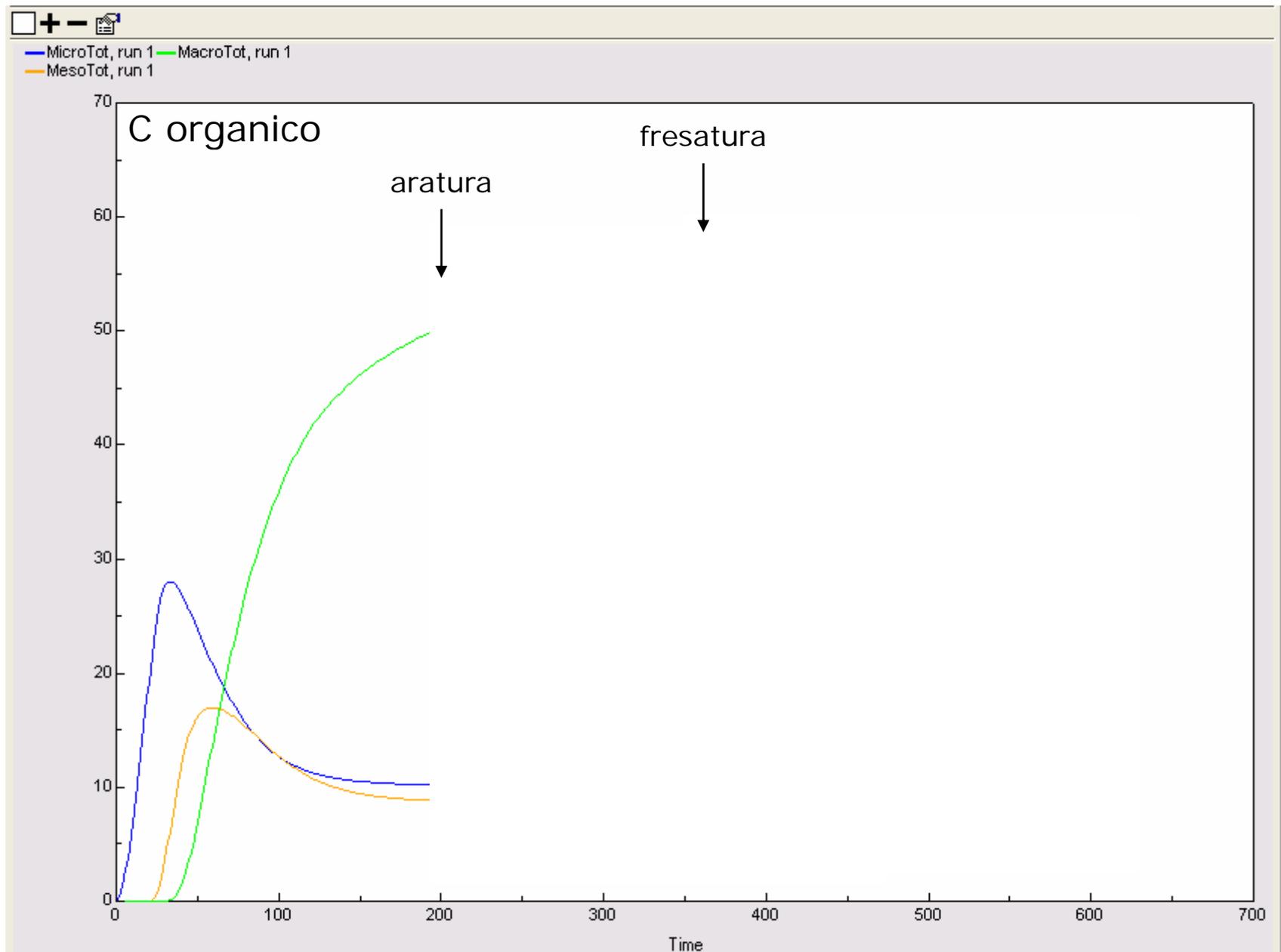
Principali processi ed effetti del modello

1. Suddivisione della superficie adsorbente in minerale (costante) e derivante dalla frazione organica (dinamica)
2. Definizione di "qualità" della sostanza organica come rapporto ottanolo/acqua degli spettri ^{13}C NMR e Pirolisi
3. Protezione del C organico a seguito dei processi di aggregazione
4. Protezione del C organico determinata dalle interazioni fra molecole organiche (idrofobiche vs. idrofile) (effetto PRIMING)
5. La mineralizzazione produce CO_2 ma anche la formazione di nuove molecole organiche con differente "qualità" rispetto a quelle di origine
6. Effetto della lavorazione

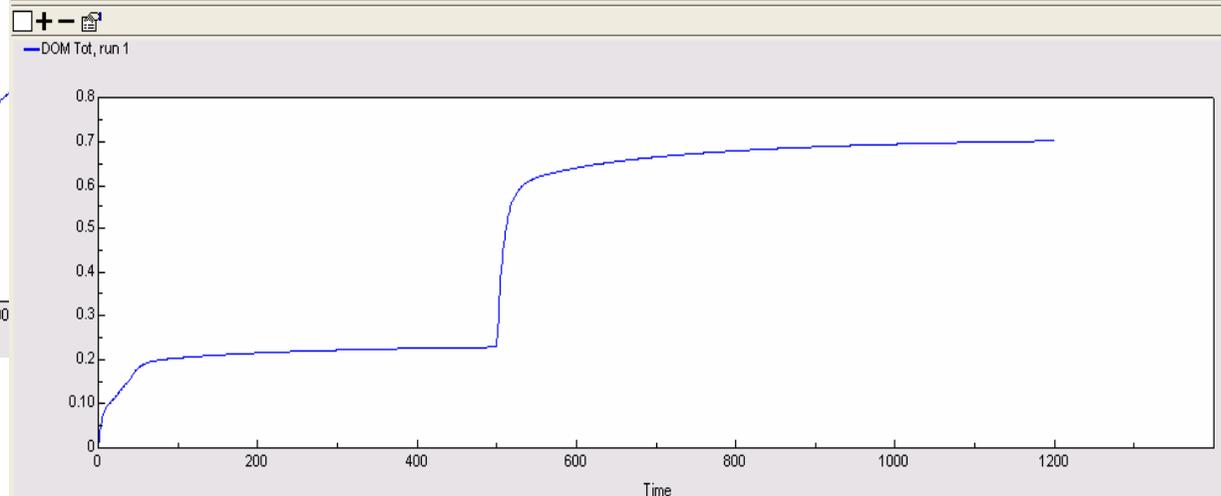
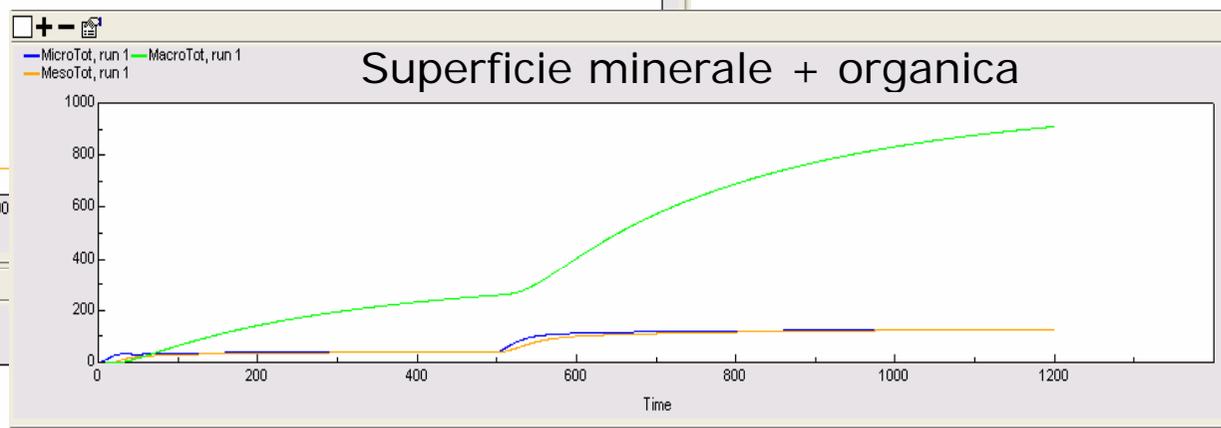
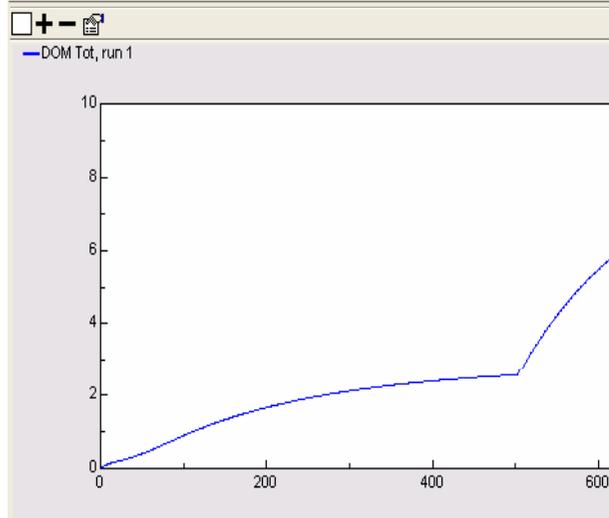
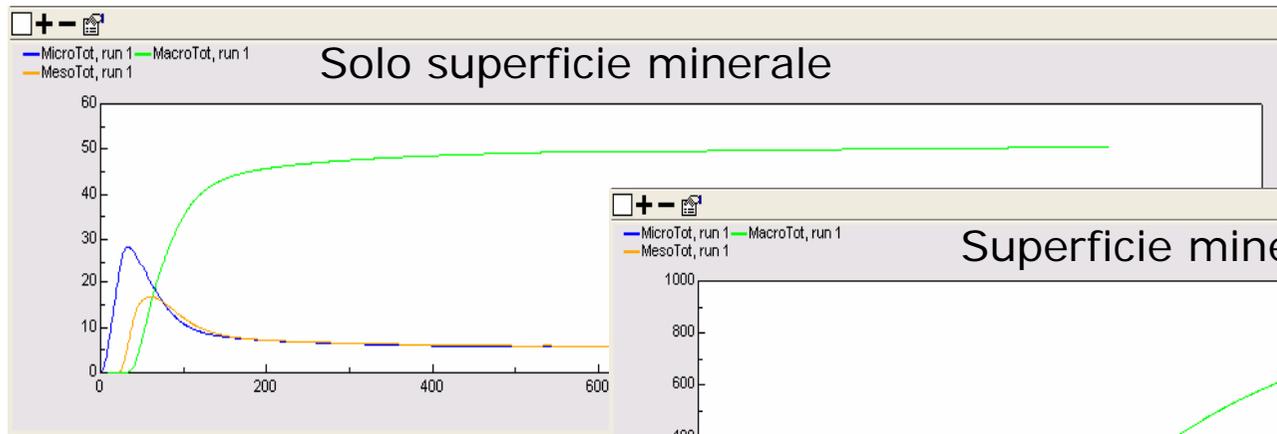
Simulazioni: aggregazione



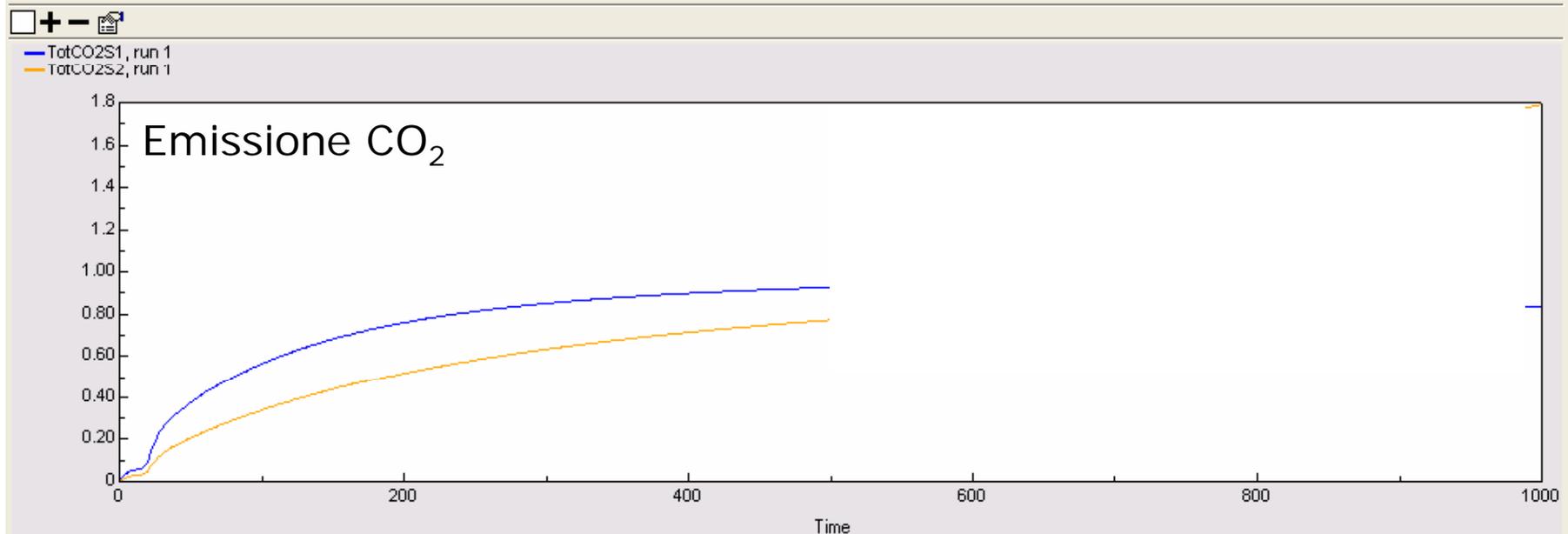
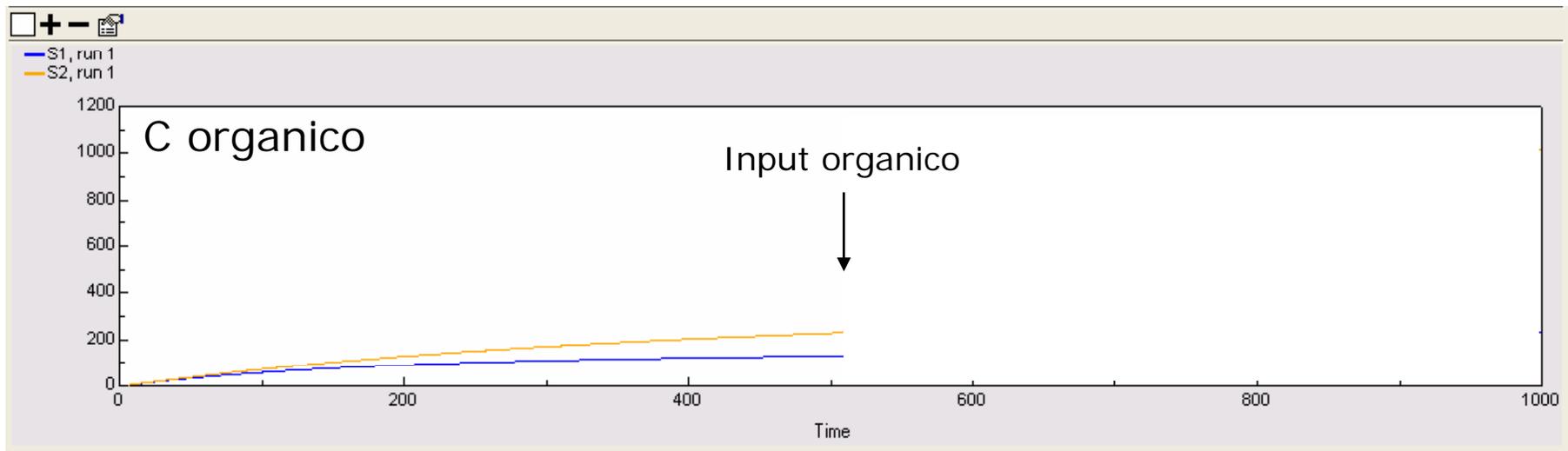
Simulazioni: degradazione / lavorazioni



Simulazioni: "saturazione" del suolo da C organico



Simulazioni: protezione fisico-chimica del C organico



Simulazioni: effetto priming

Input organico
(1 time step)

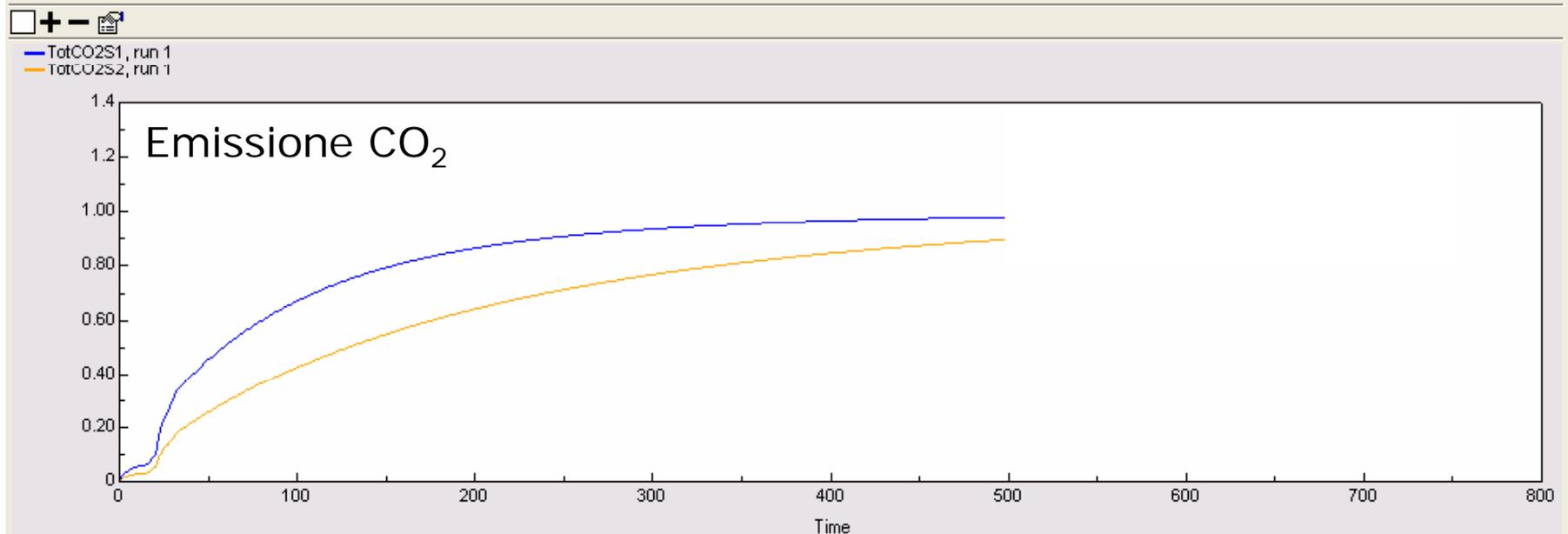
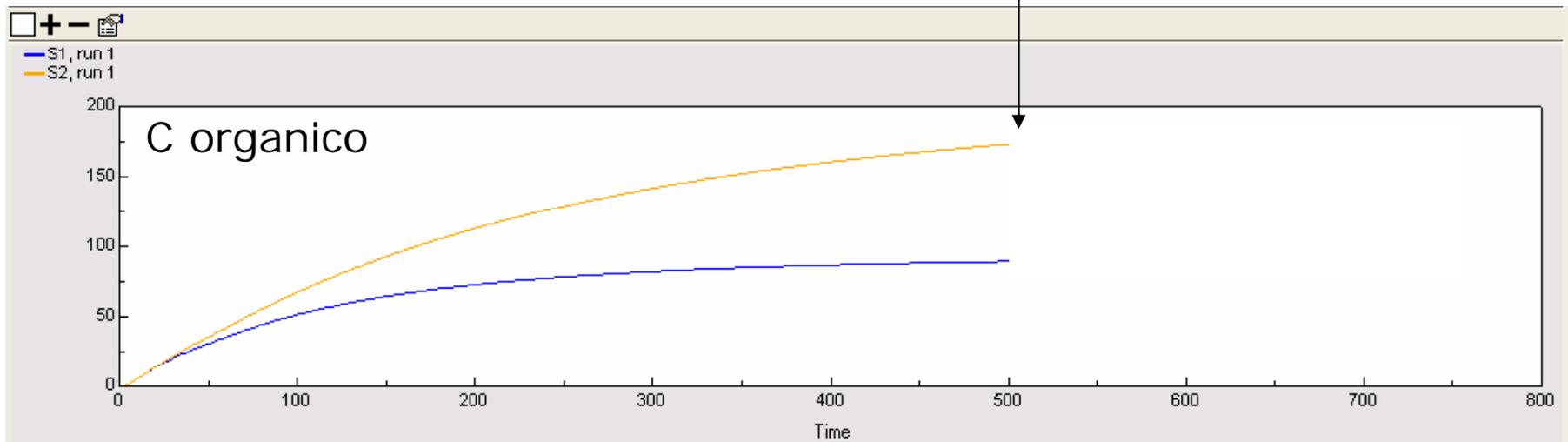
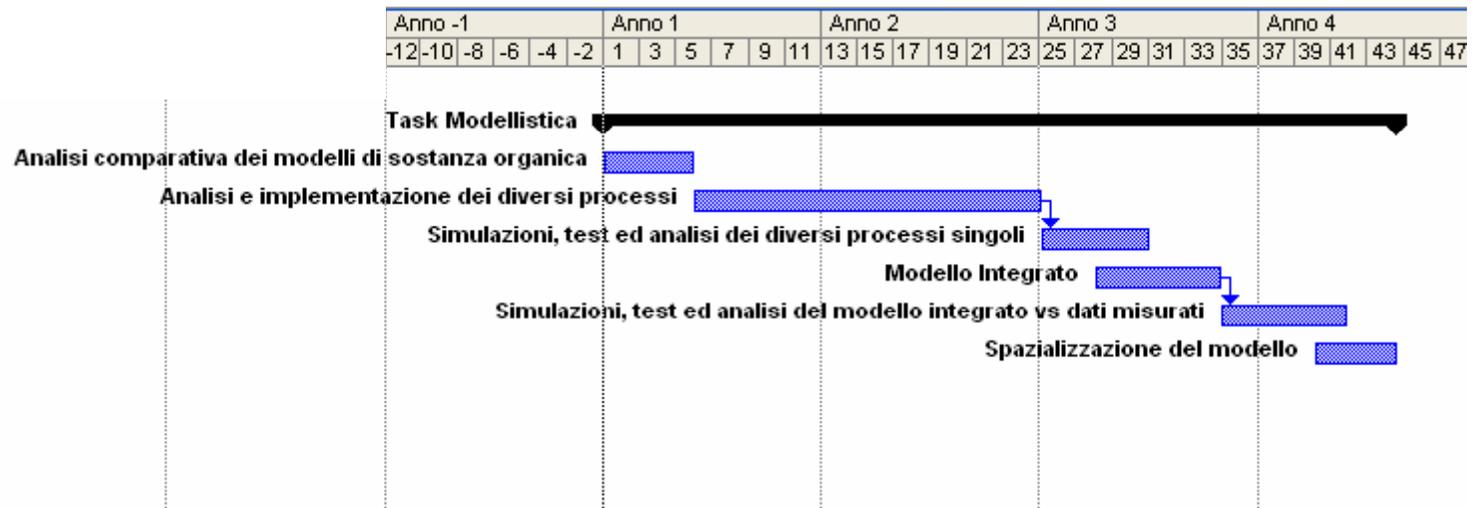


Diagramma di Gantt



Variabili di stato, flussi e unità di misura

Simbolo	Definizione	Unit
Aom	Sostanza organica aggregata alla frazione minerale del suolo	G c / m ²
Dom	Sostanza organica disciolta nella soluzione acquosa del suolo	G c / m ²
Micro	Sostanza organica aggregata alla frazione minerale del suolo di dimensioni comprese tra...	G c / m ²
Meso	Sostanza organica aggregata alla frazione minerale del suolo di dimensioni comprese tra...	G c / m ²
Macro	Sostanza organica aggregata alla frazione minerale del suolo di dimensioni comprese tra...	G c / m ²
Sa	Capacita' massima della frazione minerale del suolo di adsorbire sostanza organica	G c / m ²
K _i	Valore massimo del tasso di decomposizione della sostanza organica del suolo misurati in condizioni standard/ottimali di laboratorio	G c / m ² day
Iom	Sostanza organica inerte risultante dal processo di rewetting/redrying del suolo	G c / m ²
Adsorbimento	Processo di adsorbimento della sostanza organica alla frazione minerale del suolo	G c / m ² day
Mesoaggregazione	Processo di aggregazione dei microaggregati in mesoaggregati	G c / m ² day
Macroaggregazione	Processo di aggregazione dei mesoaggregati in macroaggregati	G c / m ² day
Mineralizzazione	Processo di mineralizzazione degli aggregati	G c / m ² day
Degradazione	Processo di rottura dei macroaggregati in mesoaggregati	G c / m ² day
Liberazione	Processo di liberazione dei microaggregati dai mesoaggregati	G c / m ² day
Sar	Sodium adsorption ratio	Mmol ^{1/2} l ^{-1/2}