

OUTLINE

Lezione 18.04.2013

- dei Sistemi: dal sistema all'ecosistema
- l'ecosistema agricolo: l'agro(eco)sistema
- la biodiversità agricola: l'agro-biodiversità
- la *Green Revolution*
- Servizi Ecosistemici: *verso un'economia della natura?*
- Valutazione ecologica-economica (GIS based)
- *Carbon Stock*: il caso Veneto (assegno FSE-Regione Veneto)

sistema: un insieme di elementi e/o fattori tra loro interagenti

- **I sistemi sono costituiti da unità subordinate (o sub-sistemi)**
- **Costituiscono più della sommatoria di tutte le componenti (e dei sub-sistemi): principio delle proprietà emergenti***
- **secondo la termodinamica possono essere isolati, chiusi o aperti (i sistemi ecologici sono SEMPRE aperti)**

* Es. un organo rappresenta un'unità con caratteristiche strutturali e funzionali diverse dalle cellule che lo compongono; es. un organismo presenta proprietà distinte da quelle dei suoi organi, tessuti e cellule.

ecosistema

...è un sistema termodinamicamente aperto!!

Un complesso dinamico di piante, animali e comunità di micro-organismi e dell'ambiente abiotico circostante come unità funzionale (MA, 2005)

L'ecosistema rappresenta l'unità funzionale di base in ecologia

Componenti:

comunità biotica, abiotica, i flussi di energia e le interazioni

Meccanismi di feedback (retroazioni): negativi e positivi

ecosistema

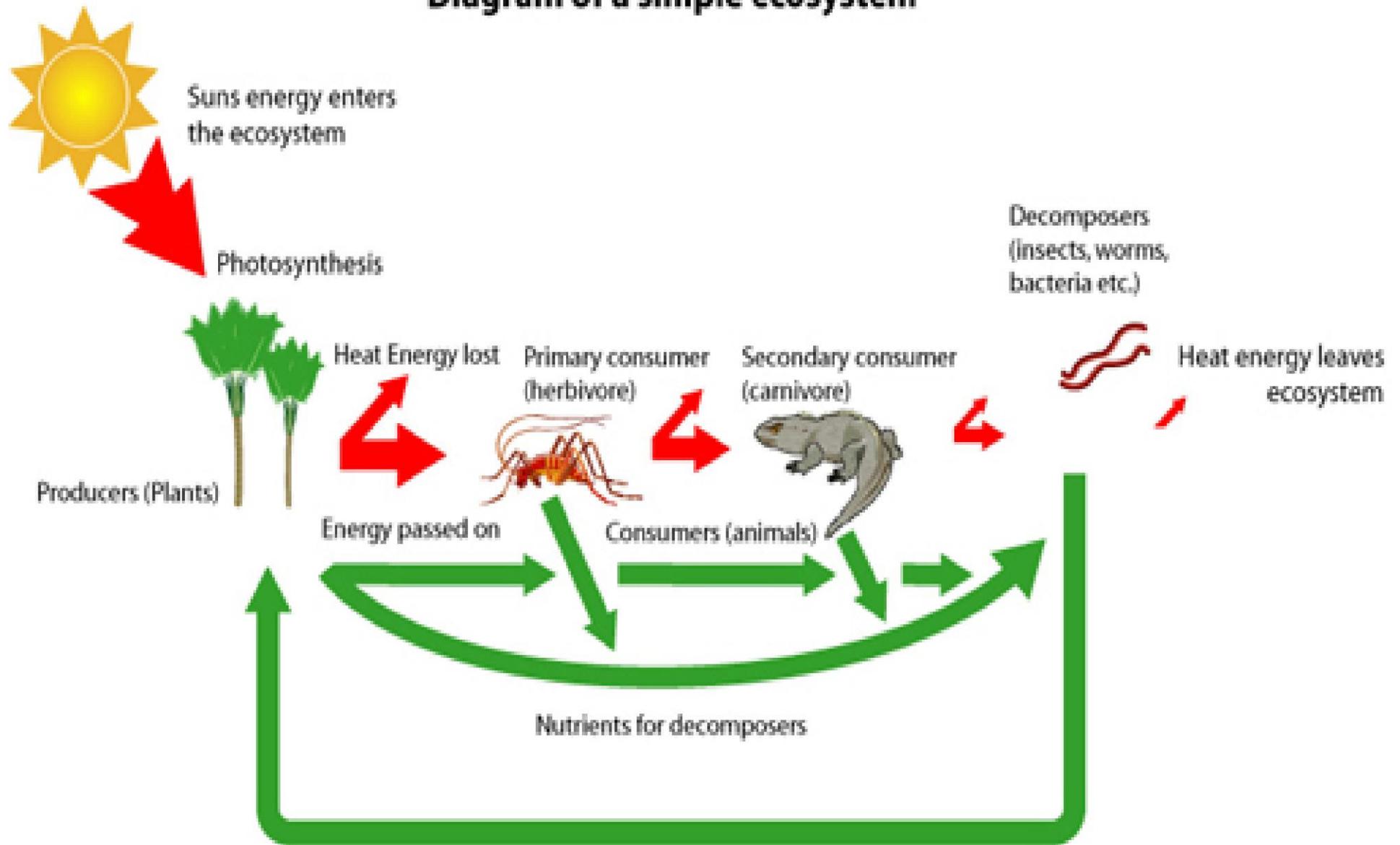
Unità ambientale eterotipica risultante dall'integrazione di una collettività di specie differenti (biocenosi) con l'ambiente dove essa vive (biotopo)

Ecosistema = biocenosi (1) + biotopo (2)

1) Associazione di specie animali e vegetali che vivono in un dato luogo in equilibrio biologico dinamico

2) Unità di ambiente fisico in cui vive una singola popolazione o una biocenosi

Diagram of a simple ecosystem



Ecosistema agricolo (agro[ECO]sistema)

Ecosistema terrestre fortemente plasmato dalle attività agricole

- **Drastica riduzione della biodiversità (solo specie coltivate)**
- **Produttività primaria elevata (somministrazione di input E)**
- **Perturbazioni (lavorazioni, irrigazione)**
- **Minore stabilità dell'ecosistema**

La differenza fondamentale tra un ecosistema naturale e un agroecosistema è l'asportazione di biomasse vegetali ed animali come prodotto agricolo, questa differenza costituisce la causa che può determinare l'incapacità dell'agroecosistema di autosostenersi, per le gravi perdite di energia ausiliaria.

Il processo produttivo agricolo altera sempre fortemente l'equilibrio pre-esistente: dove ci sarebbe stata una vegetazione spontanea, composta quasi sempre da una comunità di specie vegetali in equilibrio tra loro e con altri organismi, si sviluppa invece una coltura (composta da una o poche specie scelte dall'uomo) che fornirà generalmente risultati tanto più apprezzabili quanto minori saranno le pressioni competitive e parassitarie da parte di specie differenti

(Giardini, 2002, p. 19-21)

Da cosa dipende la biodiversità agricola?

- Clima (rainfall, temperatura, umidità, venti...)
- Fattori pedogenetici

Scelte produttive dell'uomo-agricoltore

La biodiversità

concetto multiscalare:



scala biologica

geni, specie, comunità,
ecosistemi, meta-ecosistemi

scala geografica

locale, regionale, globale

Agro-biodiversità (biodiversità agricola)

Tutte le componenti della diversità biologica rilevanti per il cibo e l'agricoltura

Include la varietà e la variabilità di animali, piante e microorganismi (!) necessarie per sostenere le funzioni e la struttura degli agroecosistemi

L'Agrobiodiversità è il risultato delle interazione tra le risorse genetiche, l'ambiente ed i sistemi e le pratiche di gestione usate dagli agricoltori.

Questo è il risultato della selezione naturale e dell'inventiva umana sviluppata nel corso di millenni.

(COP, annex V/5)

Perché è importante?

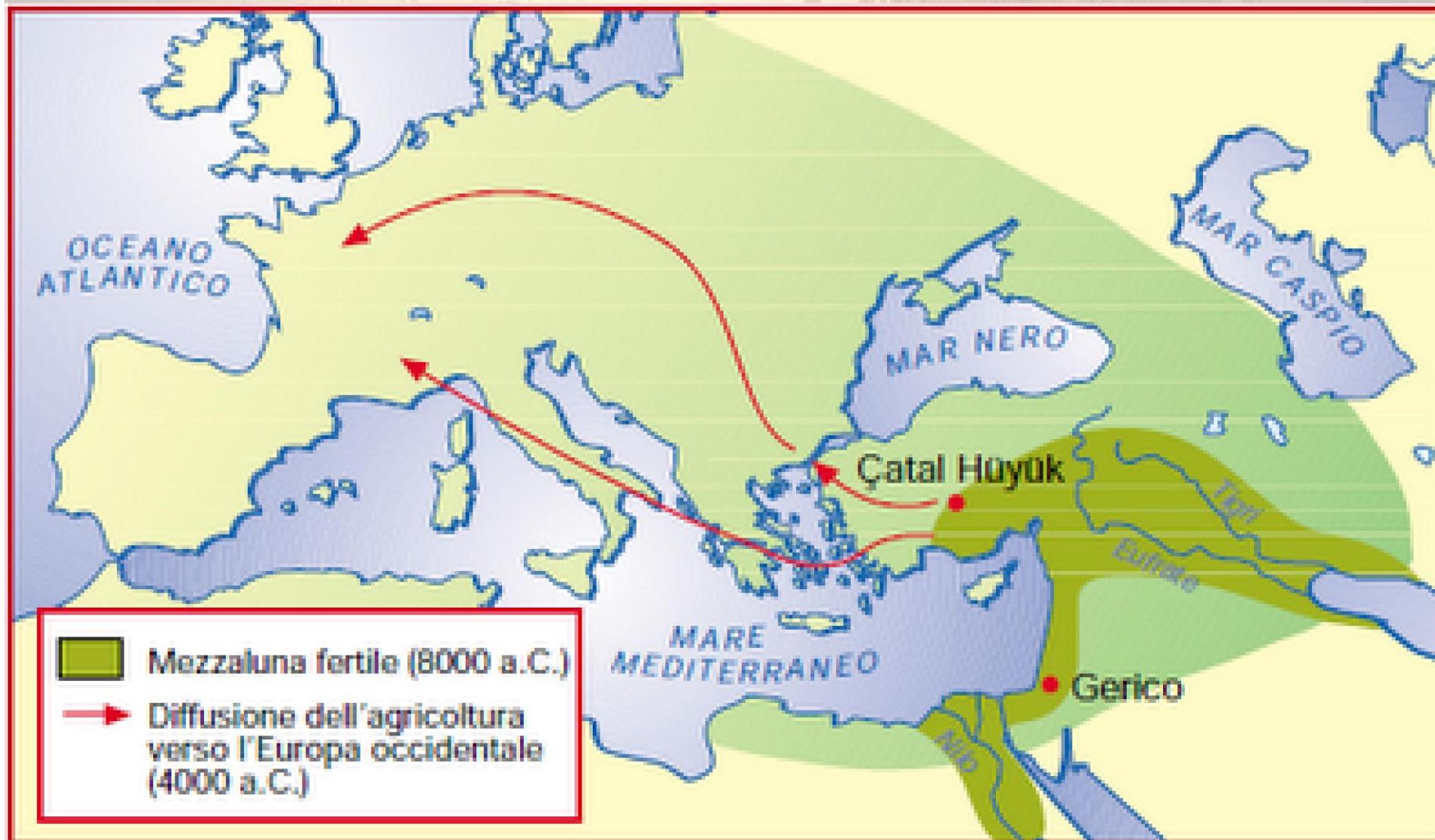
La biodiversità è **la base dell'agricoltura** ed è **all'origine di tutte le specie coltivate e degli animali addomesticate** e delle varietà tra essi.

Biodiversità e agricoltura sono tra loro fortemente interconnesse anche se, mentre la diversità biologica può essere “elemento critico” per l'agricoltura, l'agricoltura può dare un importante contributo alla conservazione ed all'uso sostenibile della biodiversità

La biodiversità è essenziale a:

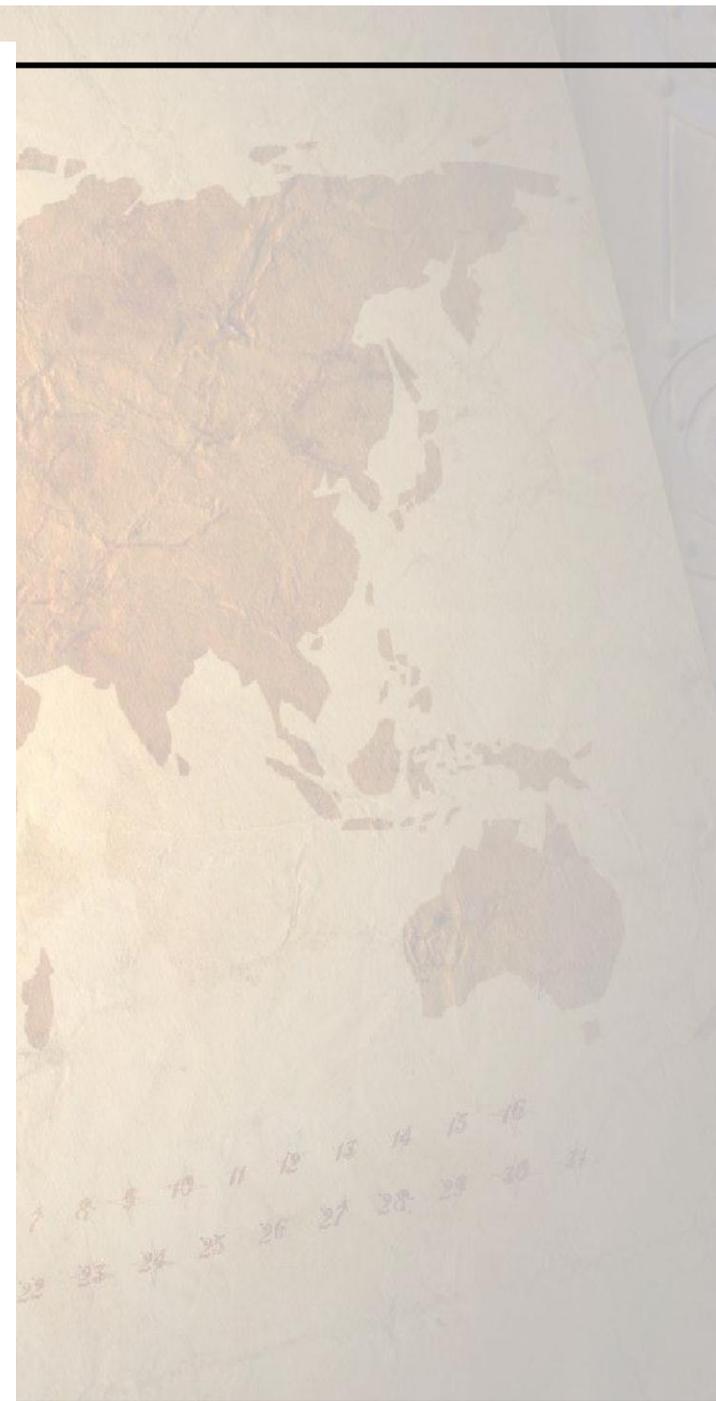
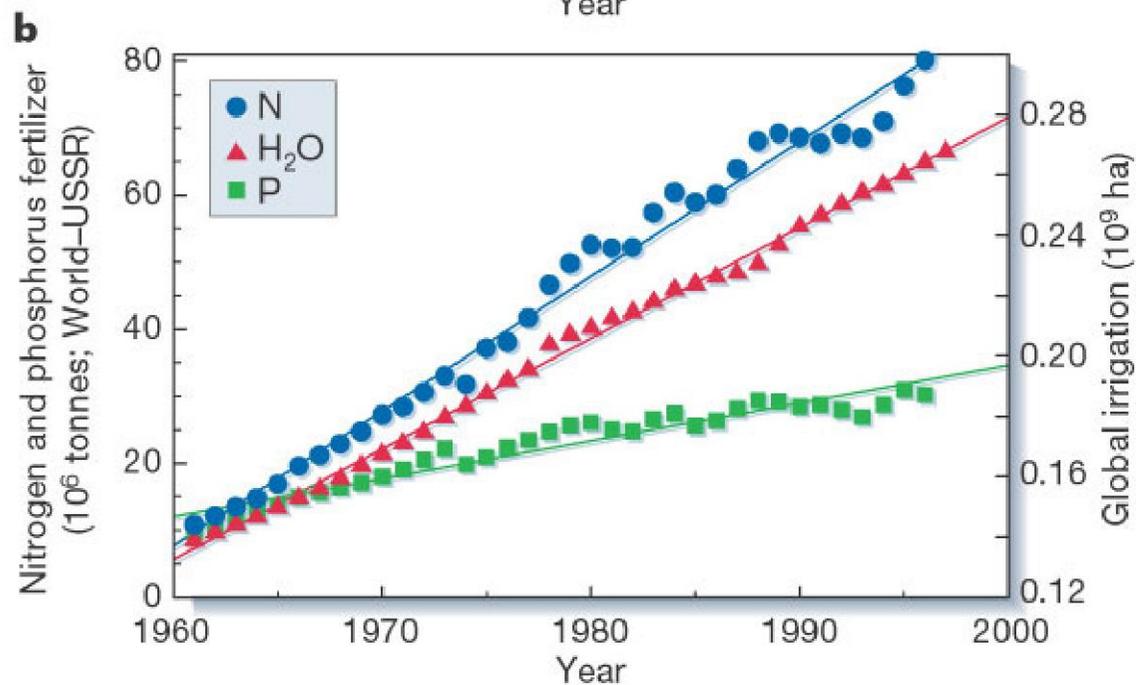
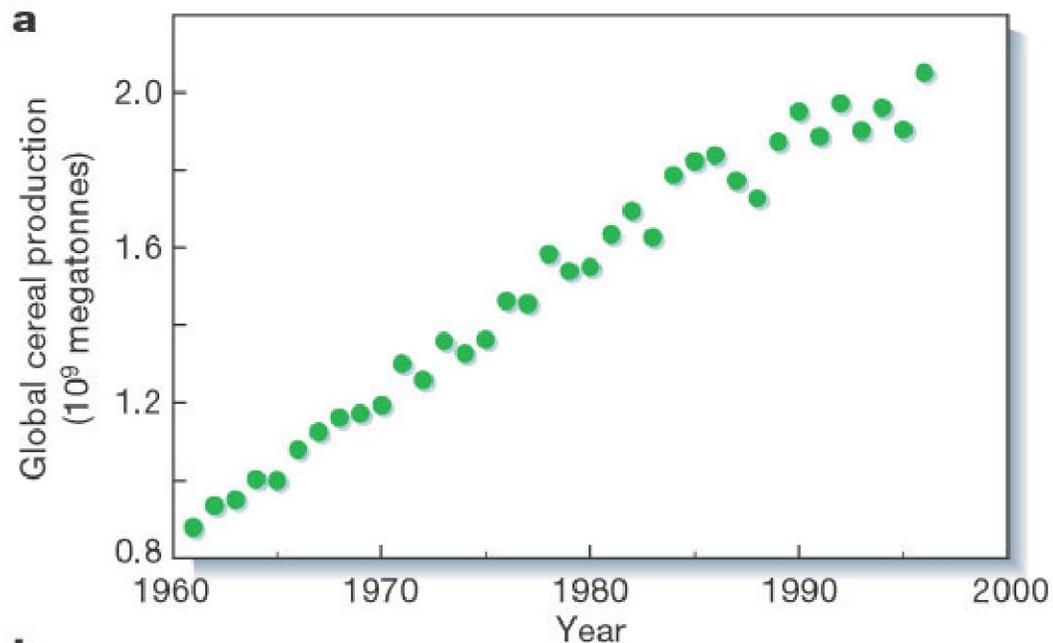
- **Assicurare la produzione di cibo, fibre, energia, mangimi...**
- **Mantenere gli altri SE**
- **Garantire l'adattamento ai cambiamenti ambientali (inclusi i CC)**
- **Sostenere la sopravvivenza delle popolazioni rurali**

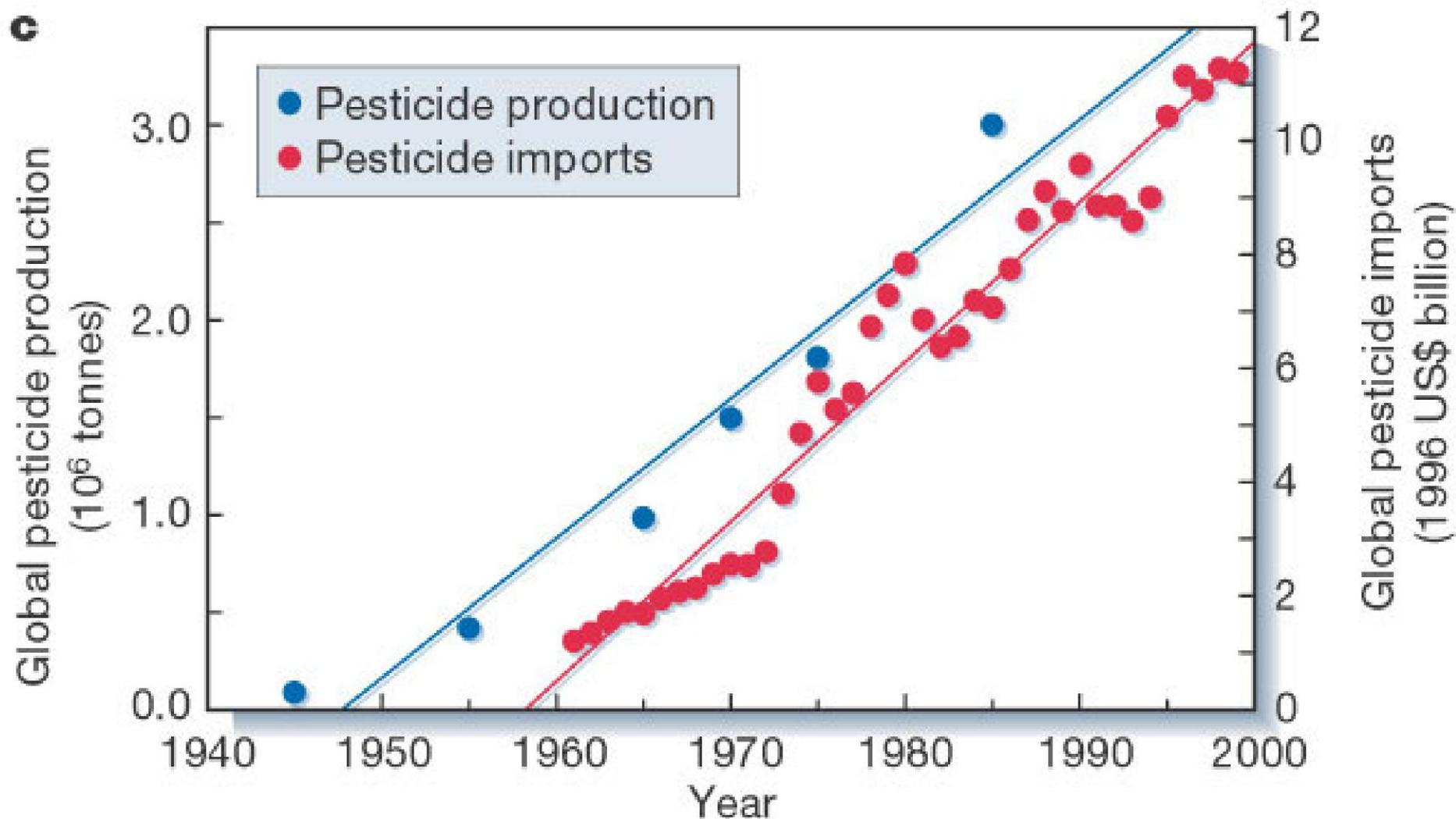
Nascita dell'agricoltura circa 10.000 anni fa....dove?

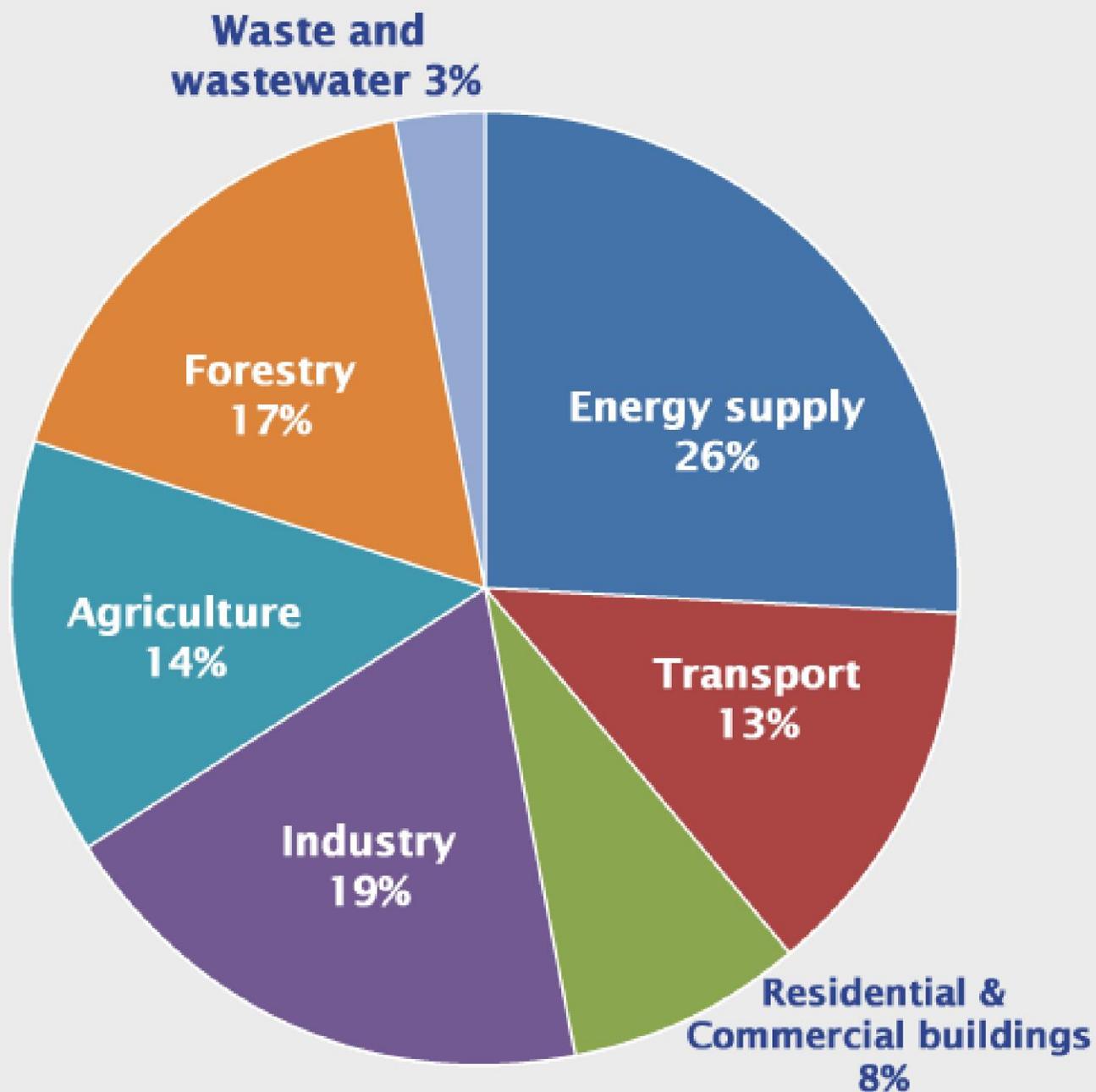


La Rivoluzione “Verde”

- Industrializzazione dell'agricoltura a partire dagli anni '50
- Incremento della produttività
- Aumento dei consumi di acqua ed E non di origine solare ma fornita dai combustibili fossili (fertilizzanti, pesticidi, irrigazione e trasporti)
- Il flusso di E è aumentato in media di 50 volte rispetto all'agricoltura tradizionale (nel sistema alimentare USA sono necessarie 10 calorie di E fossile per produrre 1 caloria di cibo consegnato al consumatore). (Pimentel, 1993).
- D. Tilman: la produzione mondiale di grano è raddoppiata, richiedendo incrementi di 6,9% di fertilizzazione azotata e di 3,5% fosfatica



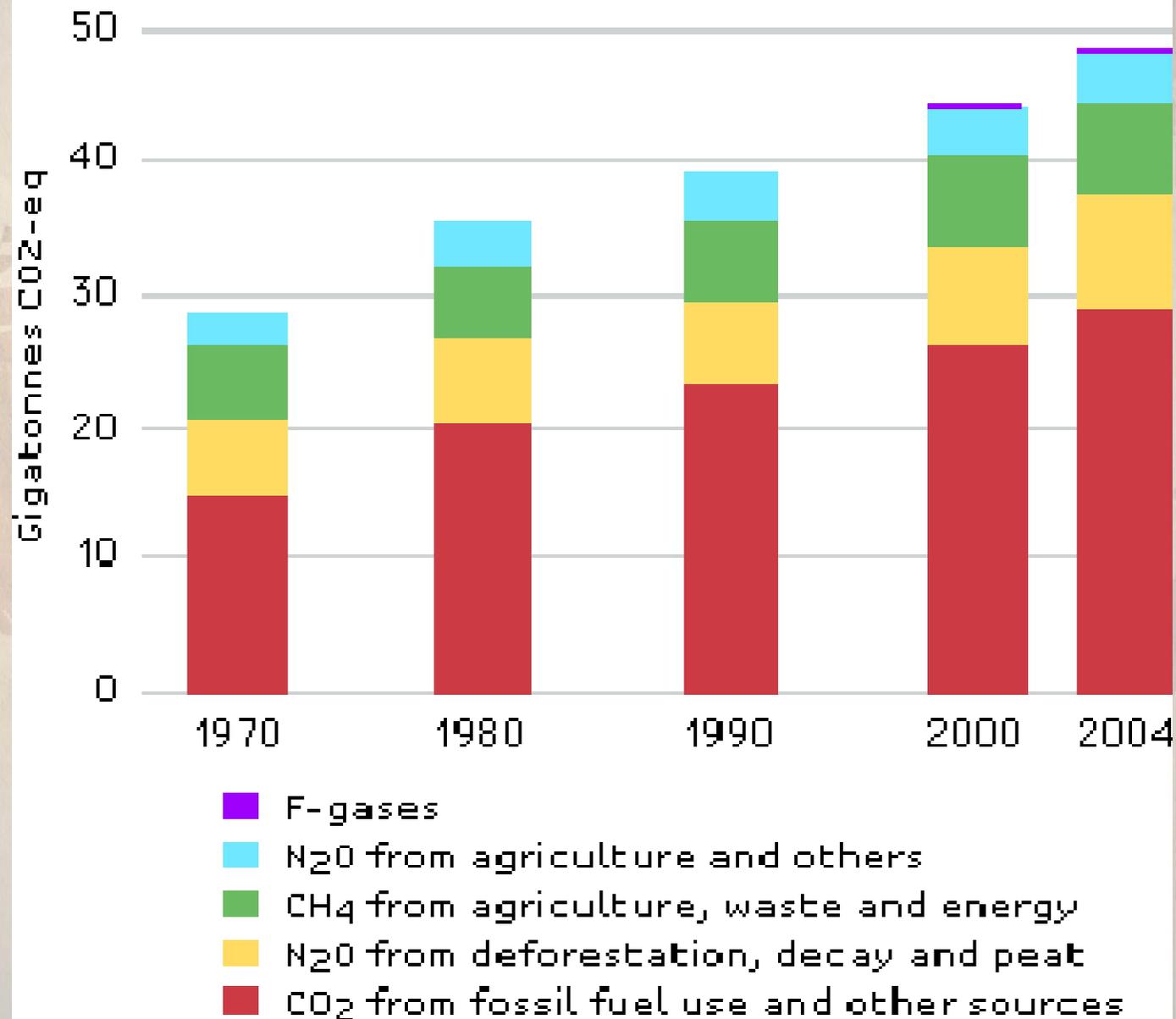




**Global
Greenhouse
Emission
(2004)**

(IPCC, 2007)

Global Greenhouse Gas Emissions 1970–2004



L'agricoltura industriale e la *Green Revolution*

La GR come spartiacque nella produzione agricola:

- Aumentare la superficie coltivata
- Utilizzo di altre fonti di energia, soprattutto fossile (oltre a quella solare (fotos.) e animale (trazione))
- introduzione di “nuove” specie ad alta resa (ideotipi) delle principali colture alimentari (grano, riso, mais) a condizioni di elevati input energetici (acqua, fertilizzanti, fitofarmaci)

Uso intensivo di poche varietà selezionate, pratica delle monocolture ha comportato una drastica diminuzione della biodiversità agricola

- 14 sp. forniscono il 90% del cibo di origine animale
- 4 sp. Rappresentano il 50% delle nostre risorse energetiche

La Rivoluzione “Verde”

Il nuovo “modello” genetico prevede piante ad alta resa, ideologicamente corrette dal punto di vista meccanicistico, considerandole oggetti che, ricevuto un input, producono un preciso output. Se l’ambiente non è adatto alla produzione dell’output, può essere modificato per massimizzare il raccolto

La componente degli agro-ecosistemi che è stata maggiormente alterata è rappresentata dal suolo agrario il cui degrado fisico, chimico e microbiologico ha causato erosione, perdita di nutrienti, salinizzazione e desertificazione (Giovannetti, 2000)

La degradazione dei suoli procede con un ritmo di circa 3.600 km²/anno (Science, 304, 1616)

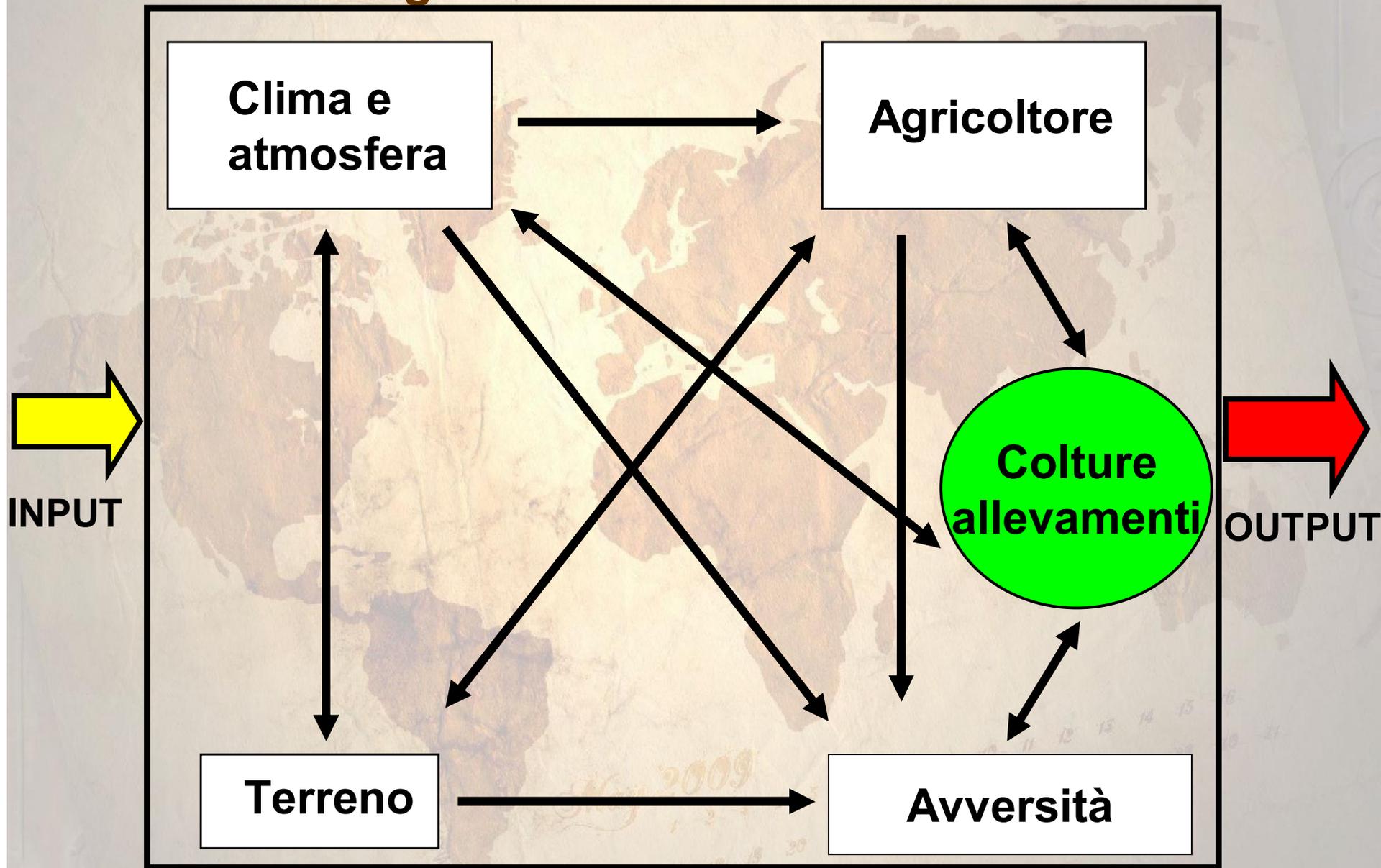
The Green Revolution

La riduzione progressiva della biodiversità agricola rappresenta un'importante criticità per la sicurezza alimentare poiché le colture geneticamente uniformi sono fragili ed intrinsecamente deboli in quanto mostrano le stesse risposte ad avversità ambientali, climatiche e alle malattie.

Elevata variabilità genetica offre numerose potenzialità nelle risposte

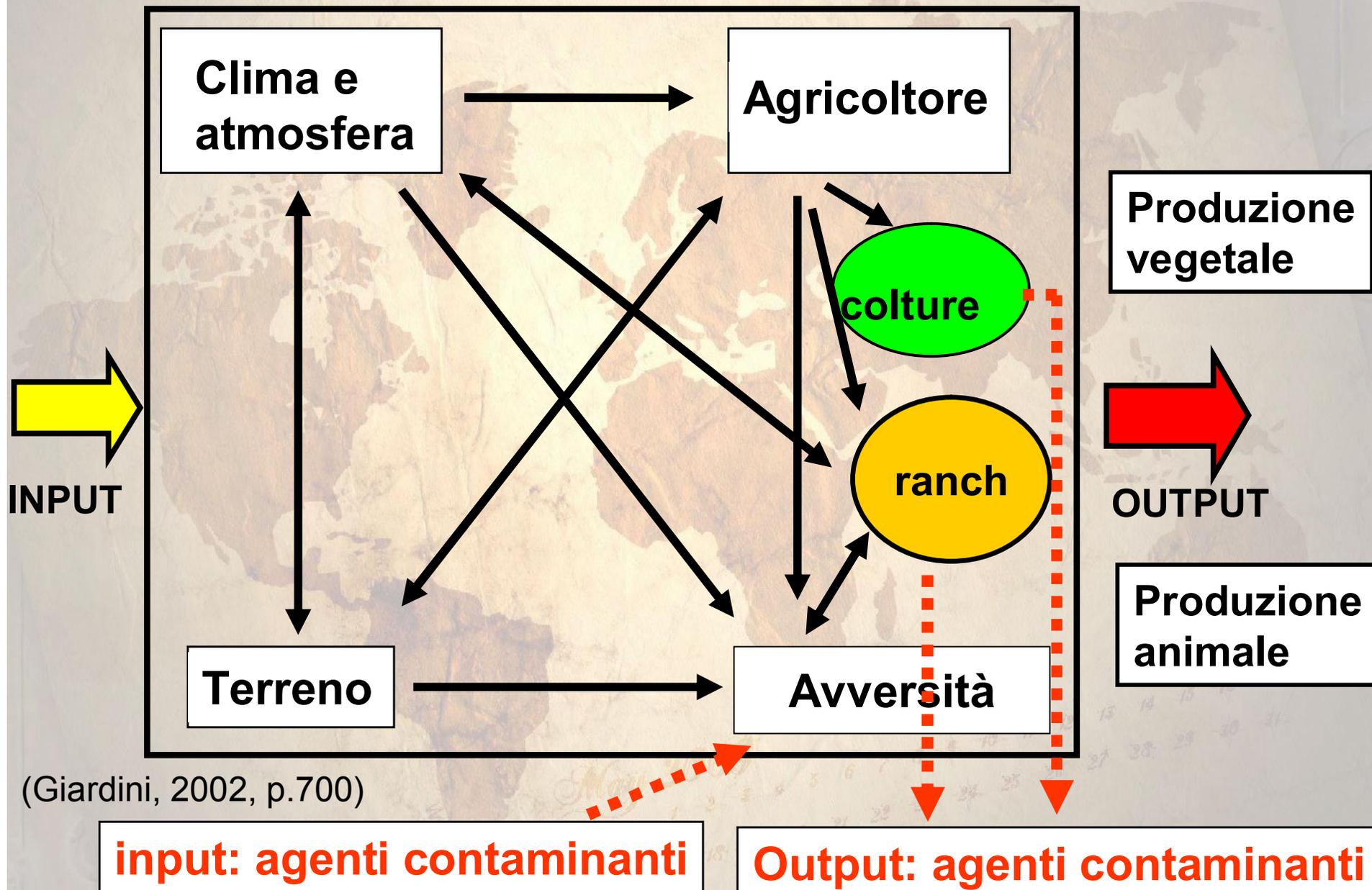
- Adattamento a diversi ecosistemi
- bassa *carrying capacity* sugli ecosistemi
- resistenza a patologie parassitarie

Agrosistema di sussistenza



(Giardini, 2002, p.699)

Agrosistema industriale



(Giardini, 2002, p.700)

Agrosistema di sussistenza

Agrosistema industriale

Sistema chiuso:

Gran parte della biomassa prodotta viene consumata al suo interno

Sistema aperto a elevati input energetici:

Elevata biomassa prodotta

Esce in grande percentuale dall'azienda

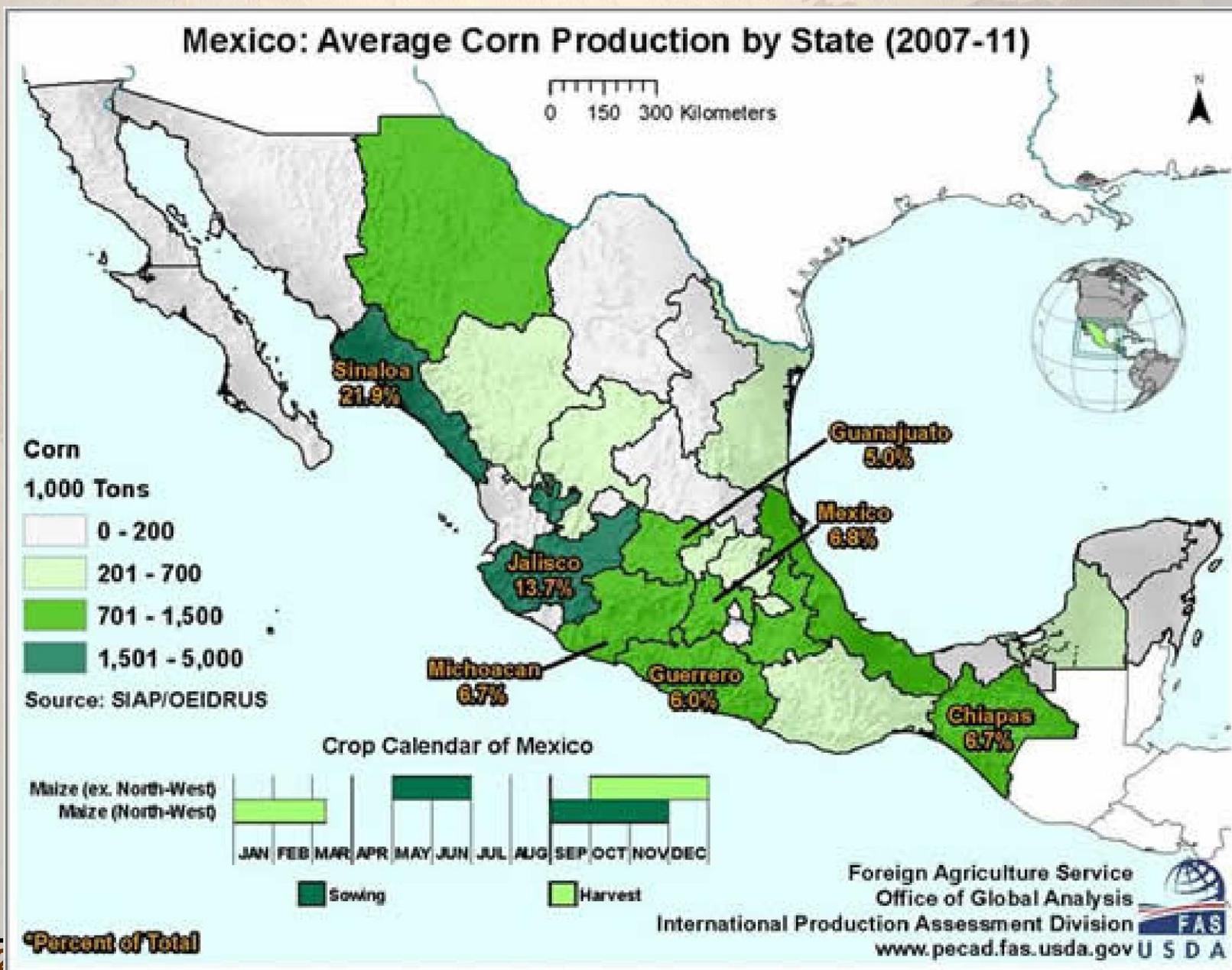
Produzioni animali e vegetali spesso separate

- **Carestia della seconda metà del 1800 in Irlanda che seminò oltre un milione di morti a causa di un patogeno fungino della patata**
- **Negli stati uniti (1970) un'epidemia causata da un parassita fungino distrusse il 15% del raccolto di mais, in alcuni stati del sud fino al 50%**



Numerosi studi sull'uniformità genetica, considerata alla base della vulnerabilità della pianta alle malattie epidemiche (PNAS, 1972)

Le varietà di Mais in Mesoamerica





Nel DNA delle varietà messicane è stato individuato un gene che conferisce resistenze immunitarie all'agente patogeno fungino che causò l'epidemia del 1970 negli USA

Agrobiodiversità legata alle centinaia di varietà di mais selezionate dagli agricoltori nel corso di millenni.

Landrace: una varietà locale di specie addomesticate che sono state ampiamente selezionate da processi naturali mediante l'adattamento all'ambiente naturale e culturale nel quale vive

Nella **Pianura padana** e nelle valli che su tale pianura si affacciano sono state identificate, agli inizi degli anni '60, centinaia di varietà di mais, ognuna adatta alle diverse condizioni pedologiche e climatiche, secondo il criterio della “pianta giusta al posto giusto”.

Con l'esplosione della Rivoluzione Verde e la realizzazione dei mais ibridi ad alta produttività, un po' alla volta quasi nessuna delle centinaia di varietà precedentemente coltivate è rimasta nella Pianura padana e nei suoi dintorni.

(Tamino, 2000, p. 131)

Ecosystems

An ecosystem is a dynamic complex of plant, animal, and microorganism communities and the nonliving environment, interacting as a functional unit.

Humans are an integral part of ecosystems.



ECOSYSTEM APPROACH

CBD (UNCED, Rio de Janeiro, 1992) → COP, SBSTTA (Montreal, 2000)

The Ecosystem Approach: a bridge between the environment and human well-being

- strategie integrate per la gestione del suolo, delle acque e della biodiversità che promuove la conservazione, l'uso sostenibile ed equo
- **finalità: i 3 obiettivi della CBD:**
conservation; sustainable use; and the fair and equitable sharing of the benefits arising out of the utilization of genetic resources.
- si basa sull'applicazione di appropriate metodologie scientifiche che pongono l'attenzione sui diversi livelli dell'organizzazione biologica, i processi essenziali, le funzioni e le interazioni tra gli organismi ed il loro ambiente, tra gli ecosistemi, tra gli ecosistemi e l'uomo.

It recognizes that humans, with their cultural diversity, are an integral component of many ecosystems.

“Le società con la loro diversità culturale sono una componente integrale degli ecosistemi”



“Ai fini di una gestione sostenibile della biodiversità devono essere tenute in considerazione tutte le informazioni rilevanti, includendo le conoscenze scientifiche, **le conoscenze indigene e tradizionali**, l’innovazione e le pratiche“
(SBSTTA, 2000, p. 33).

I Servizi Ecosistemici

- **Consapevolezza che gli ecosistemi sono alla base della vita di tutti gli esseri umani**
- **G. Marsh, *Man and Nature* (1864)**
- **Study of critical environmental problems (1972)**
- **La questione ambientale e la relazione tra Economia-Ecologia (CBD, 1992)**
- **Servizi Ecosistemici (Costanza et al, 1997; de Groot et al 2002)**
- **Millennium Ecosystem Assessment (2005)**

I Servizi Ecosistemici

Le condizioni ed i processi attraverso cui gli ecosistemi sostengono la vita umana

- Sono alla base della produzione di numerosi beni (*ecosystem goods*)
- Provvedono a tutte le funzioni ecosistemiche (*ecosystems functions*) di supporto alla vita

Supporting Services

Tutte le funzioni che sono alla base di tutti gli altri SE

- Produzione primaria (biomassa)
- Produzione di ossigeno atmosferico
- Formazione e mantenimento dei suoli
- Controllo dell'erosione
- Regolazione del ciclo dell'acqua
- Regolazione dei ciclo biogeochimici (compleso il ciclo dei nutrienti)
- Formazione e mantenimento degli habitat

Scala spaziale e temporale →

- Tempi lunghi
- Biosfera
- Impatti indiretti

Regulating Services

Beni e servizi che derivano dalle diverse attività di regolazione attuate dagli ecosistemi

- **Controllo della qualità dell'aria**
- **Sequestro di CO₂ e regolazione del clima**
- **Purificazione dell'acqua**
- **Decomposizione dei rifiuti organici**
- **Impollinazione**
- **Controllo biologico di infestanti e malattie**
- **Protezione da uragani ed eventi estremi**

Provisioning Services

Riguardano i beni (goods) ottenuti dagli ecosistemi

- **Produzione di cibo (vegetali, frutta, tuberi, carne, pesce, foraggio, spezie,...)**
- **Produzione di fibre (cotone, seta, lana, iuta,...)**
- **Produzione di combustibili (legno, letame ed altre biomasse)**
- **Produzione di principi biochimici (prodotti farmaceutici, medicine naturali)**
- **Produzione di risorse di tipo ornamentale (pelli, fiori, et cetera)**

Cultural Services

Vantaggi e benefici non materiali che riguardano aspetti di tipo culturale, estetico, spirituale e ricreativo (es. turismo)

- **Diversità culturale (influenzata dalla diversità ecosistemica)**
- **Valori spirituali e religiosi**
- **Sistemi di conoscenza sia tradizionale che formale**
- **Valori estetici**
- **Attività ricreative (turismo)**

ECOSYSTEM SERVICES

Supporting

- NUTRIENT CYCLING
- SOIL FORMATION
- PRIMARY PRODUCTION
- ...

Provisioning

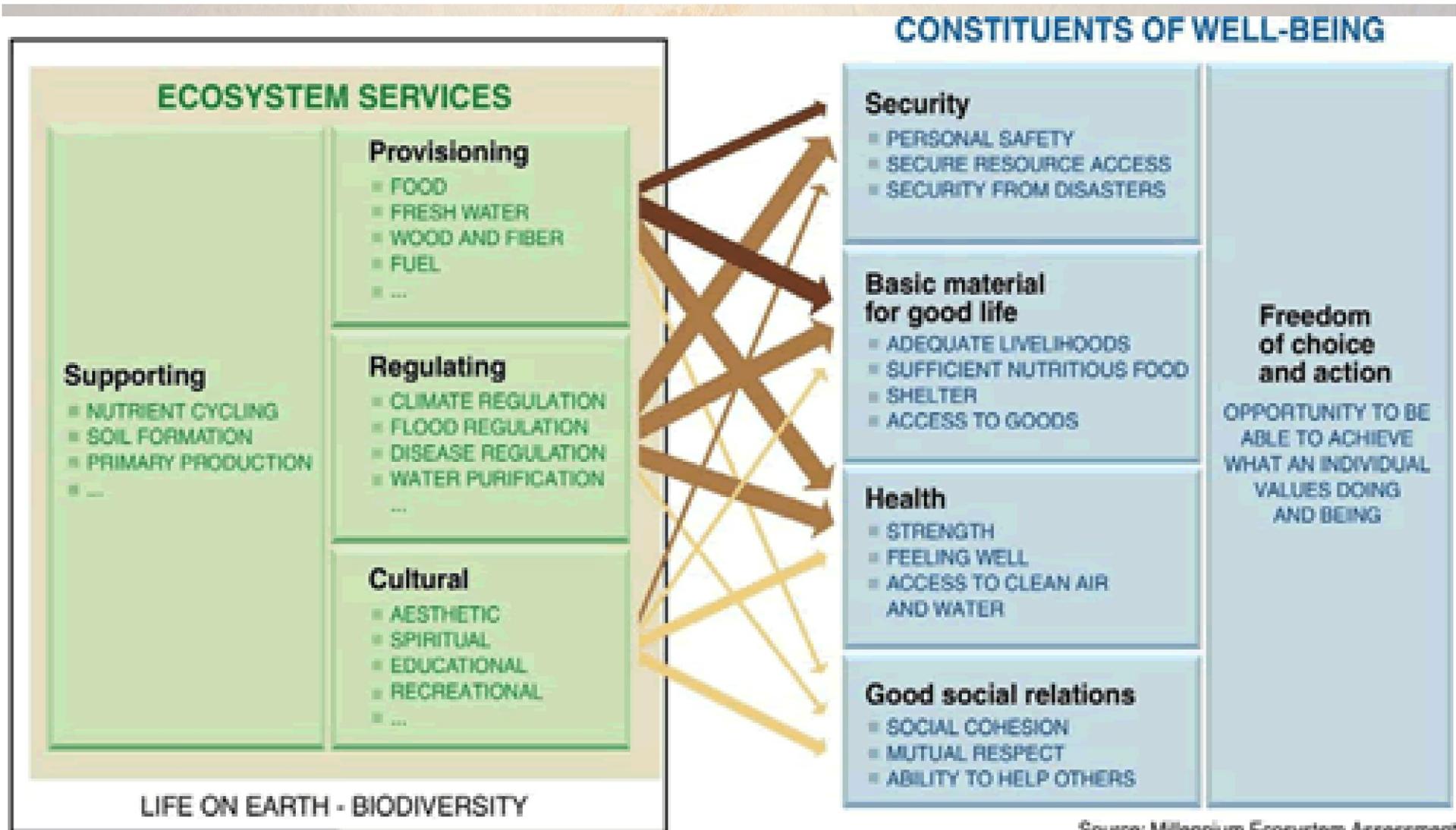
- FOOD
- FRESH WATER
- WOOD AND FIBER
- FUEL
- ...

Regulating

- CLIMATE REGULATION
- FLOOD REGULATION
- DISEASE REGULATION
- WATER PURIFICATION
- ...

Cultural

- AESTHETIC
- SPIRITUAL
- EDUCATIONAL
- RECREATIONAL
- ...



Source: Millennium Ecosystem Assessment

ARROW'S COLOR
Potential for mediation by socioeconomic factors

- ▣ Low
- ▣ Medium
- ▣ High

ARROW'S WIDTH
Intensity of linkages between ecosystem services and human well-being

- ▬ Weak
- ▬ Medium
- ▬ Strong

the Kyoto Protocol – facing climate change

Kyoto Protocol (UNFCCC): stabilization of greenhouse gas concentrations in the atmosphere at a level that would prevent dangerous anthropogenic interference with the climate system (350 ppm).

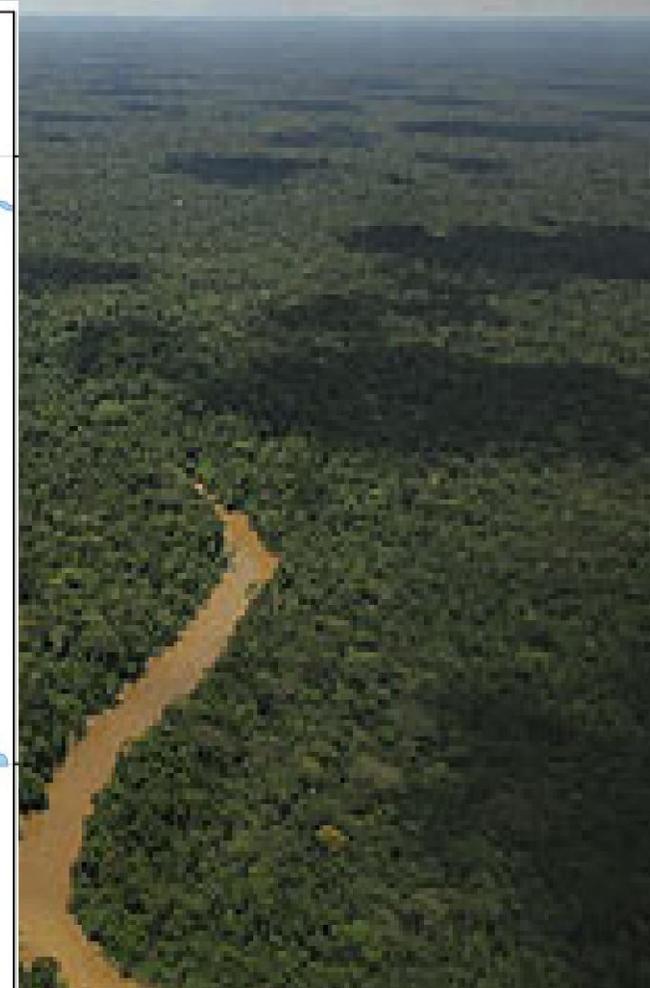
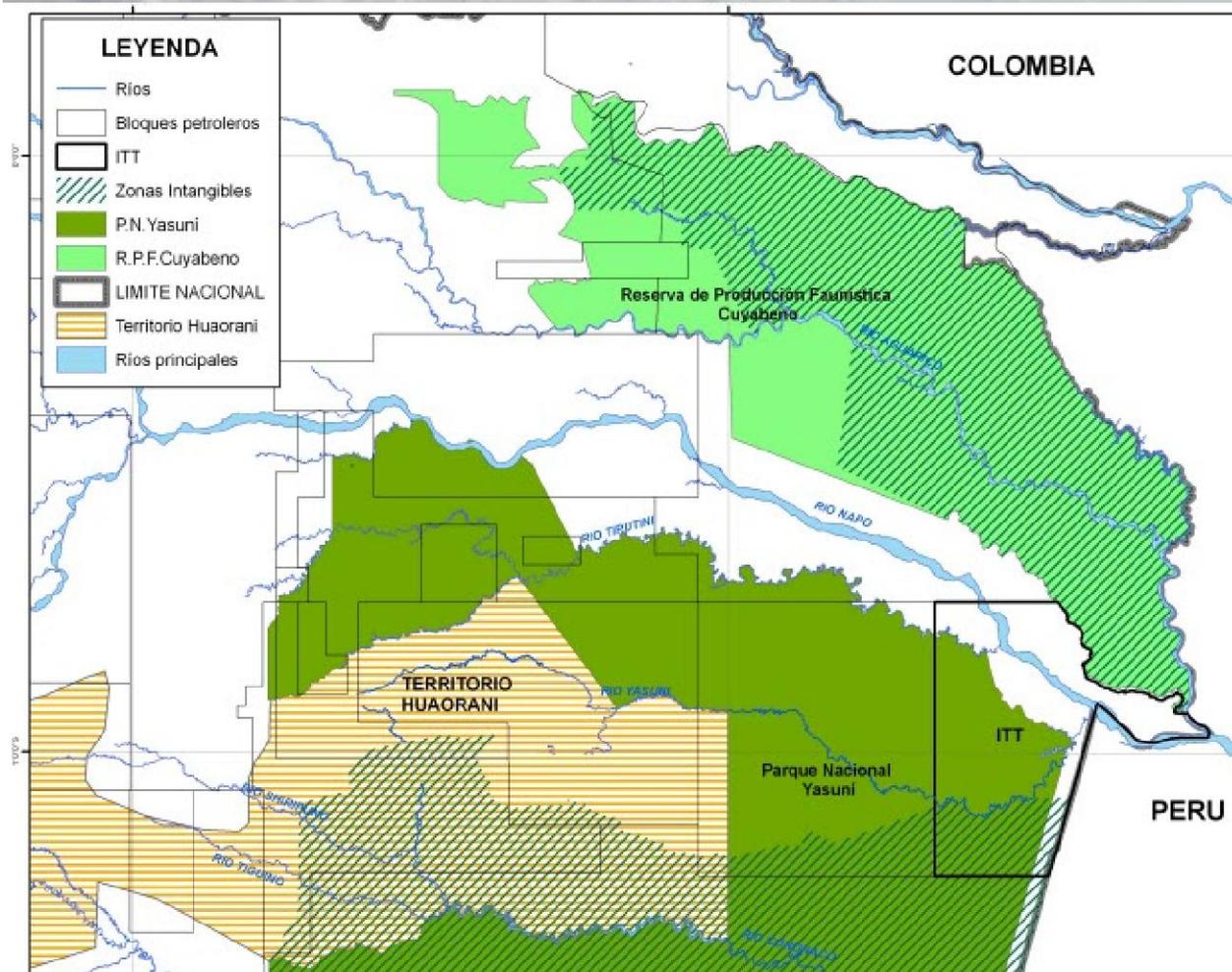
Annex I countries agreed to reduce their collective greenhouse gas emissions by 5.2% from the 1991 level within 2012.

carbon credits and carbon markets

supporting and promoting Renewable Energy Sources (RES): **solar energy, wind energy, biomasses, hydroelectric energy**

191 States signed and ratified the K.P. (July, 2010)

Iniziativa Yasuni-ITT (Ecuador, 2007)



- **Protocollo di Kyoto (carbon market e servizi ambientali)**
- **non estrazione 850 milioni di barili di petrolio**
- **evitare l'emissione in atmosfera di 410 milioni di tonnellate di CO²**

Sistemi Informativi Geografici (GIS)

Mappe digitali

“Un GIS è un potente insieme di strumenti per l’acquisizione, l’archiviazione, la gestione, l’analisi e la rappresentazione di dati spaziali che descrivono il mondo reale per un determinato fine” (Burrough, 1986).

“Un GIS è un sistema computerizzato utilizzato per immagazzinare e manipolare informazioni geografiche” (Aronoff, 1989).

“Un GIS è un sistema computerizzato capace di gestire ed utilizzare dati che descrivono aree sulla superficie terrestre” (ESRI, 1993).

“I GIS sono un insieme di principi, metodi e strumenti utilizzati per immagazzinare, trasformare, analizzare, modellizzare, simulare e cartografare fenomeni e processi che caratterizzano lo spazio geografico” (Thériault, 1995).

Geographic Information Systems

Mappe digitali

Geographic: gli oggetti reali sono rappresentati attraverso una precisa ed univoca **posizione** nello spazio e da una **forma**, definita attraverso un opportuno modello di dati.

Information: gli oggetti posizionati nello spazio possono essere caratterizzati attraverso una componente descrittiva, **gli attributi**.

System: si opera attraverso un insieme di entità (hardware, software, dati, procedure, persone) connesse tra di loro (sistema).

- consentono di gestire dati che hanno una connotazione geografica
- rappresentano una struttura operativa per:

» *problem solving*

» *decision making*

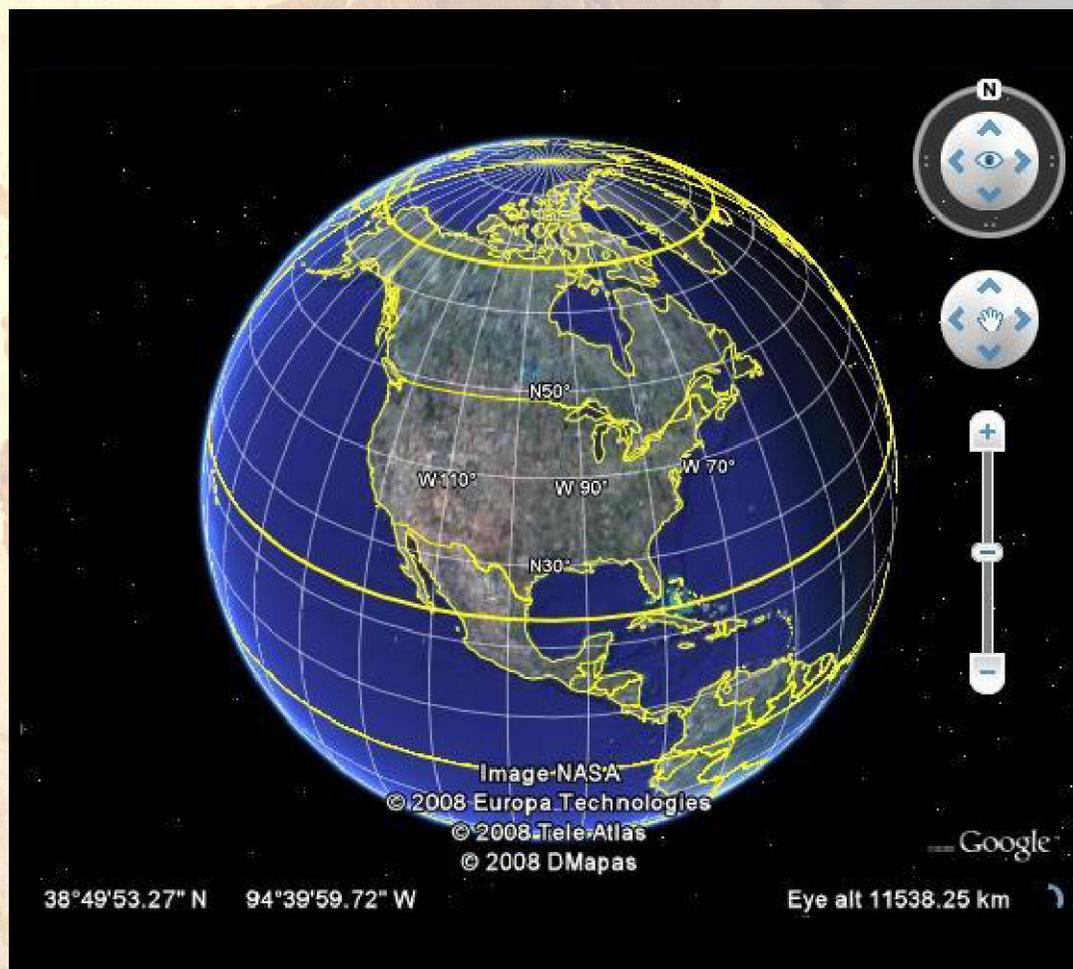
→ coinvolgono numerose discipline:

geodesia, **cartografia**, **agricoltura**, telerilevamento,
rilevamento di campagna, fotogrammetria, **geologia**, geofisica, urbanistica,
biologia, sociologia, scienze politiche, **geografia**, economia,
oceanografia, **archeologia**, antropologia, sanità pubblica, ...

I layers: “strati” di informazioni georeferenziate

- Città, province e regioni
- Fotografie
- Video
- Wikipedia
- Meteo
- WebCams
- RomaAntica
- National Geographic

[Vai su Google Earth](#)



... non solo Google!!

- Bing Map (ex Virtual Earth, Microsoft)
- ArcGIS Explorer (ESRI)

...non solo proprietari:



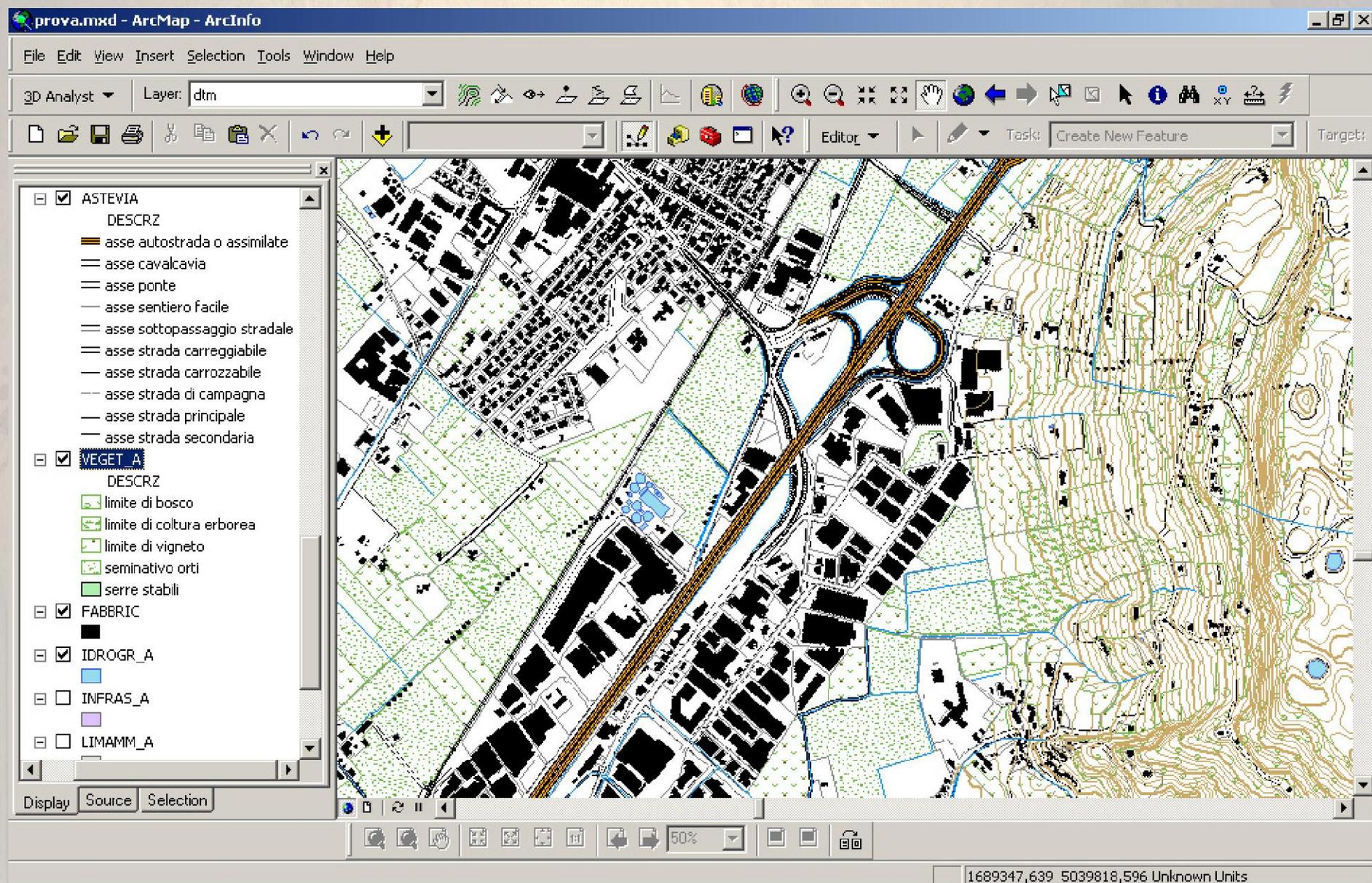
- Open StreetMap (cartografia e dati *free*) www.openstreetmap.org
- World Wind (Nasa) <http://worldwind.arc.nasa.gov/java/>
- GeoServer <http://geoserver.org>
- MapGuide <http://mapguide.osgeo.org/>
- MapServer www.mapserver.org
- OpenLayers <http://openlayers.org/>

Perché utilizzare un GIS? ...alcune considerazioni

Cartografia tradizionale	GIS
Raccolta dati in formato cartaceo	Raccolta dati in formato "digitale"
Collaudo necessario	Non necessita di collaudo
No possibilità di scelta di tematismi	Possibilità di rappresentare tematismi a scelta
Limitata possibilità di analisi di relazioni tra tematismi	Grande possibilità di analisi di relazioni tra tematismi
Aggiornamento difficile e lungo	Aggiornamento facile e veloce
Processo "discreto": raccolta dati, riporto in carta, restituzione/collaudo, riproduzione	Processo "continuo" dalla raccolta dati alla riproduzione
Immediata leggibilità	Leggibilità ad accesso mediato da query
Difficile operare misure (aree, angoli,...)	Misure operabili in tempo reale
Produzione di elaborati in tempi lunghi	Produzione di elaborati in tempi brevi

Processo cartografico complesso

Processo cartografico semplice



oil_map2.mxd - ArcMap - ArcInfo

File Edit View Insert Selection Tools Window Help

1:683.843

70%

Editor Create New Feature Target:

Layers

- ciudades_oriente_Clip
- Comunidades**
- comunidades
- Pozos
- pozzi_intangibles
- rio_p_s_areastudio
- BLOQUES_PETRO_09
- Vias
- catastro_de_campos
- auca_armadillo_Merge
- oreroio_n
- riónapo_riotiputini
- ZITT
- Parque Yasuni
- Territorio Waorani
- comunidades_territorio

Attributes of comunidades

Shap	ID	DESCRIPCIO	ZONIAS	POINT X	POINT Y
Point	54	TERRAS ECUATORIANAS	COLONOS-SHUSHUFINDI	312254,945808	9933329,55518
Point	341	TIGUANO	AUCA SUR-SHUAR	304219,786472	9917187,49261
Point	279	TIPUTINI	AUCA NORTE	291403,408599	9919736,79938
Point	348	TIPUTINI	ROCAFUERTE INDIGENA	441568,05398	9913241,30542
Point	306	TVMRAN	AUCA SUR-SHUAR	282707,827971	9921343,21187
Point	252	TNTE. CLAVERO	COLONOS	472788,331415	9927873,62784
Point	264	TOBETA	MINORIAS INDIGENAS-HUORANI	316163,114081	9922809,93631
Point	97	TOMEBAMBA	COLONOS-ENO	285113,217869	9991907,28124
Point	31	TRES FRONTERAS	COLONOS	458452,854635	9989121,89477
Point	334	TSAKINI	AUCA SUR-SHUAR	297689,370499	9916943,03854
Point	152	TSANIMP	SHUSHUFINDI-SHUARA	309380,767016	9967669,3628
Point	114	TUYUCA	COCA, INDIGENA-KICHWA	276549,943505	9965950,78179
Point	385	TZAPINO	HUORANI	242966,579961	9875246,15794
Point	142	U. BOLIVARENSE	COLONOS-SACHA	292076,434048	9965417,42906
Point	124	U. CANARENSE	COLONOS-SACHA	285824,35484	9960587,62379
Point	207	U. MILAGREÑA	COLONOS-SACHA	299816,192978	9959118,46269
Point	355	LINGURAHUE	COLONOS	479144,137335	9902799,62427
Point	166	UNIDOS VENCEREMOS	COLONOS SHUSHUFINDI	321338,395102	9965381,76002
Point	339	UNIDOS VENCEREMOS	AUCA SUR	295768,659918	9907095,03156
Point	175	UNION AMAZONICA	COLONOS SHUSHUFINDI	345195,885847	9966236,84588
Point	125	UNION CHIMBORAZO	COLONOS COCA	271305,308342	9959876,48682
Point	50	UNION CHONE	COLONOS-SHUSHUFINDI	319010,746838	9987581,198
Point	228	UNION IMBABUREÑA	COLONOS	276480,525487	9957453,67952
Point	337	UNION LAS MERCEDES	AUCA SUR	291543,096641	9902869,46829
Point	57	UNION LOJANA	COLONOS-SHUSHUFINDI	310891,93308	9987255,26022
Point	208	UNION LOJANA	COLONOS-SACHA	303605,00984	9958573,10269
Point	338	UNION LOS RIOS	AUCA SUR	297340,150393	9904825,10088
Point	78	UNION MANABITA	COLONOS-ENO	302832,380738	9981803,21011
Point	11	UNION ORIENTAL	COLONOS	293202,400918	10002248,398
Point	76	UNION PALTENSE	COLONOS-ENO	305113,945188	9982781,02344
Point	66	V. DE BAÑOS	COLONOS-ENO	298417,405374	9989596,08608
Point	130	V. DEL GUAYACO	COLONOS-ENO	305143,575895	9978306,78666
Point	133	VALLADOLID	COLONOS-SACHA	295395,073245	9975462,23878
Point	167	VALLE HERMOSO	COLONOS SHUSHUFINDI	328886,364393	9978340,45999

Start | 5 Microsoft Of... | 3 Windows Ex... | 2 Microsoft Of... | las capas de da... | oil_map2.mxd... | 18.10

Servizi Ecosistemici e Sistemi Informativi Geografici

- G.I.S. e tecnologie di *remote sensing*, utili sia nella ricerca scientifica che, a livello decisionale, **nella pianificazione del territorio.**
- I G.I.S. consentono di processare **dati georeferenziati** relativi alle **componenti fisiche, biotiche, antropiche e socio-economiche** e di elaborare modelli geografici che siano in grado di interfacciare sistema ambientale e sistema sociale.
- I sistemi G.I.S. permettono di integrare i dati bio-fisici, geografici, ecologici, antropici e socio-economici in un DBMS realizzando un data storage non solo geograficamente e temporalmente referenziato, ma anche tematicamente differenziato.
- **quantificazione bio-fisica ed economica dei Servizi Ecosistemici**

Progetto di Ricerca:

Prototipo del Sistema Informativo Geografico dei Servizi Ecosistemici in Veneto

Progetto finanziato con Dgr n. 1103 del 23-03-2010 Direzione Istruzione (2007-2013). Borse di Ricerca connesse all'implementazione di reti di conoscenza contro la crisi economica

L'uso del software InVEST per il calcolo del valore dei servizi ecosistemici
Eugenio Salvatore Pappalardo – borsista FSE

Il database geografico dello stock di carbonio nel Veneto
Daniele Codato - dottorando in Geografia umana e fisica

Scenarios



Land-use

DEM

Climate factors

GIS-based process models

Ecosystem services



Scenic beauty

Avalanche protection

Wood production

Habitat

Flood protection

Rockfall protection

Gas regulation

Economic valuation



Indagine sui software e applicativi geografici per l'analisi dei S.E.

- **Costruzione di un database**
- **Criteri per la selezione del software**
 - Up-to-date
 - Ecosystem types
 - Property: freeware/open source
 - Developer/ and support
 - informatic environment
- **Software testing**

InVEST 2.2.2. *(released 03.03.2012)*

INtegrate **V**aluation of **E**cosystem **S**ervices and **T**rade-off



InVEST 2.2.2.

natural
capital
PROJECT

- Valutazioni EE di alcuni Servizi Ecosistemici
- Supporto ai processi di decision-making sulla gestione e conservazione delle risorse naturali
- Pianificazioni territoriali, gestione aree protette

A chi è rivolto InVEST?

- **Università, Istituti di Ricerca**
- **Istituti e Organizzazioni per la tutela della biodiversità**
- **Enti Pubblici (Ministeri, Regioni, Province, Comuni)**



Unione europea
Fondo sociale europeo



REGIONE DEL VENETO



INVESTIAMO PER IL VOSTRO FUTURO
INIZIATIVA COFINANZIATA DAL FONDO SOCIALE EUROPEO, NELL'AMBITO
DEL PROGRAMMA OPERATIVO 2007-2013 DELLA REGIONE DEL VENETO

www.serviziecosistemici.it



agenda 21
consulting srl
territorio e sviluppo sostenibile

InVEST 2.2.2.

natural
capital
PROJECT

- Qual è il rapporto tra un piano di gestione delle foreste e la produzione di legname, la biodiversità, la qualità delle acque, etc?
- Qual è la porzione di territorio che garantisce il maggior immagazzinamento di carbonio, la maggior biodiversità e i più alti livelli di valore turistico
- Come i CC e la crescita demografica possono influenzare gli ecosistemi e la biodiversità?



Unione europea
Fondo sociale europeo



REGIONE DEL VENETO



INVESTIAMO PER IL VOSTRO FUTURO
INIZIATIVA COFINANZIATA DAL FONDO SOCIALE EUROPEO, NELL'AMBITO
DEL PROGRAMMA OPERATIVO 2007-2013 DELLA REGIONE DEL VENETO

www.serviziecosistemici.it



agenda 21
consulting srl
territorio e sviluppo sostenibile

InVEST 2.2.2. - modelli

natural
capital
PROJECT

Ecosistemi Terrestri:

- Impollinazione (Pollination)
- Biodiversità (Biodiversity)
- Produzione di legname (Timber)
- Immagazzinamento del carbonio (Carbon)

Ecosistemi d'acqua dolce:

- Produzione di energia idroelettrica (Hydropower)
- Depurazione delle acque (Nutrient Retention)
- Gestione del suolo (Avoided Reservoir Sedimentation)

Ecosistemi marini:

- Protezione delle coste (Coastal Protection)
- Qualità estetica (Aestetical quality)



Unione europea
Fondo sociale europeo



REGIONE DEL VENETO



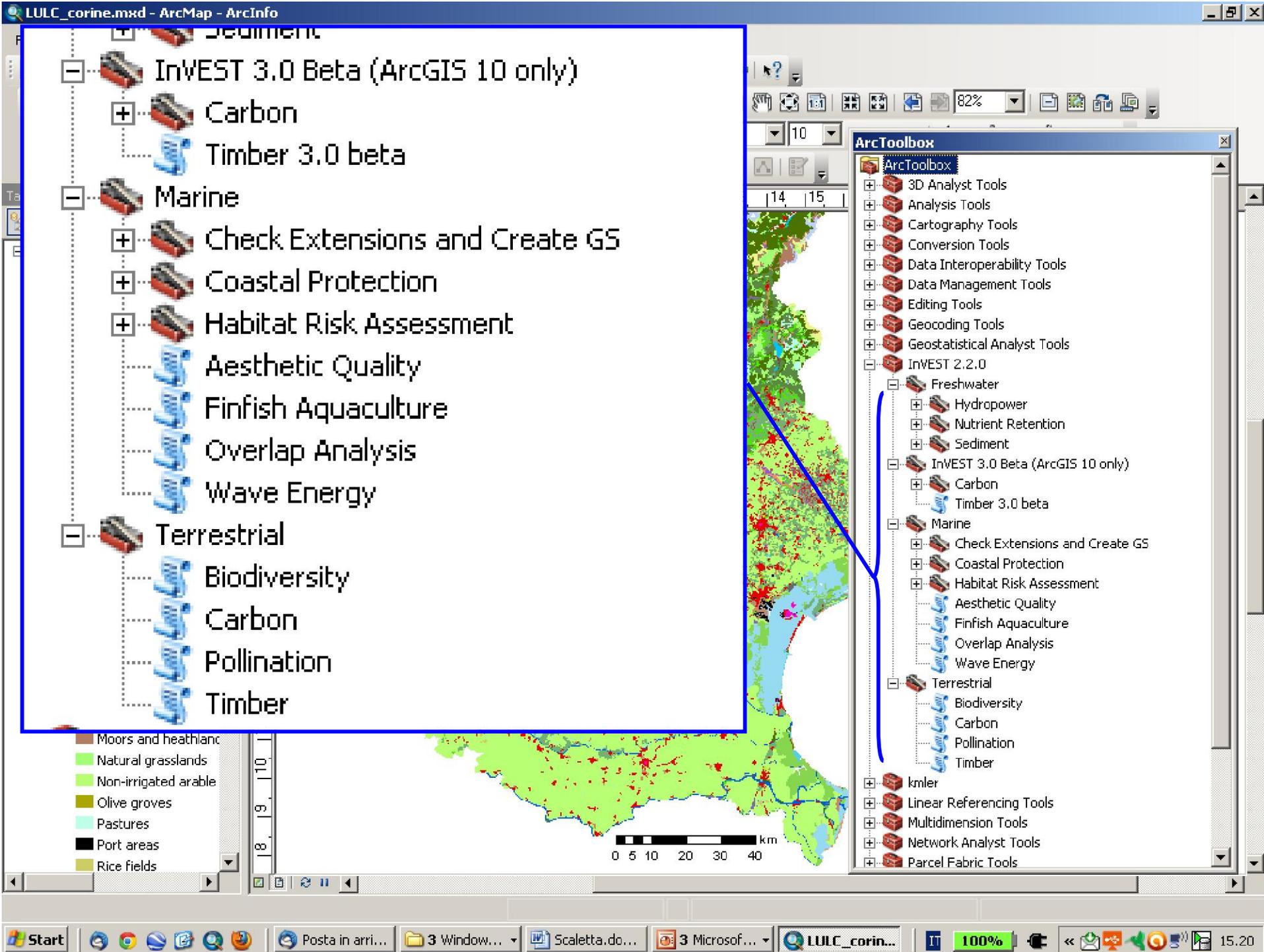
INVESTIAMO PER IL VOSTRO FUTURO

INIZIATIVA COFINANZIATA DAL FONDO SOCIALE EUROPEO, NELL'AMBITO
DEL PROGRAMMA OPERATIVO 2007-2013 DELLA REGIONE DEL VENETO

www.serviziecosistemici.it



agenda 21
consulting srl
territorio e sviluppo sostenibile



InVEST – il modello CARBON

- Cartografia tematica uso e copertura del suolo
- Dati sui “serbatoi” di carbonio organico

Stimare la quantità di carbonio immagazzinata in un dato territorio

Stimare la quantità di carbonio sequestrato in funzione del tempo

Stimare il valore economico e sociale di tale servizio ecosistemico



Unione europea
Fondo sociale europeo



REGIONE DEL VENETO



INVESTIAMO PER IL VOSTRO FUTURO
INIZIATIVA COFINANZIATA DAL FONDO SOCIALE EUROPEO, NELL'AMBITO
DEL PROGRAMMA OPERATIVO 2007-2013 DELLA REGIONE DEL VENETO

www.serviziecosistemici.it



InVEST – il modello CARBON

DATA INPUT

1. Dati di uso e copertura del suolo (Land Use Land Cover, **LULC**)
2. Dati sul carbonio:
 - tasso di raccolta del legno
 - velocità di degradazione dei prodotti legnosi
 - quantità di Carbonio elementare nei 4 serbatoi (**carbon pool**)

BIOMASSA EPIGEA

BIOMASSA IPOGEA

CARBONIO DEL SUOLO

CARBONIO LETTIERA



Unione europea
Fondo sociale europeo



REGIONE DEL VENETO



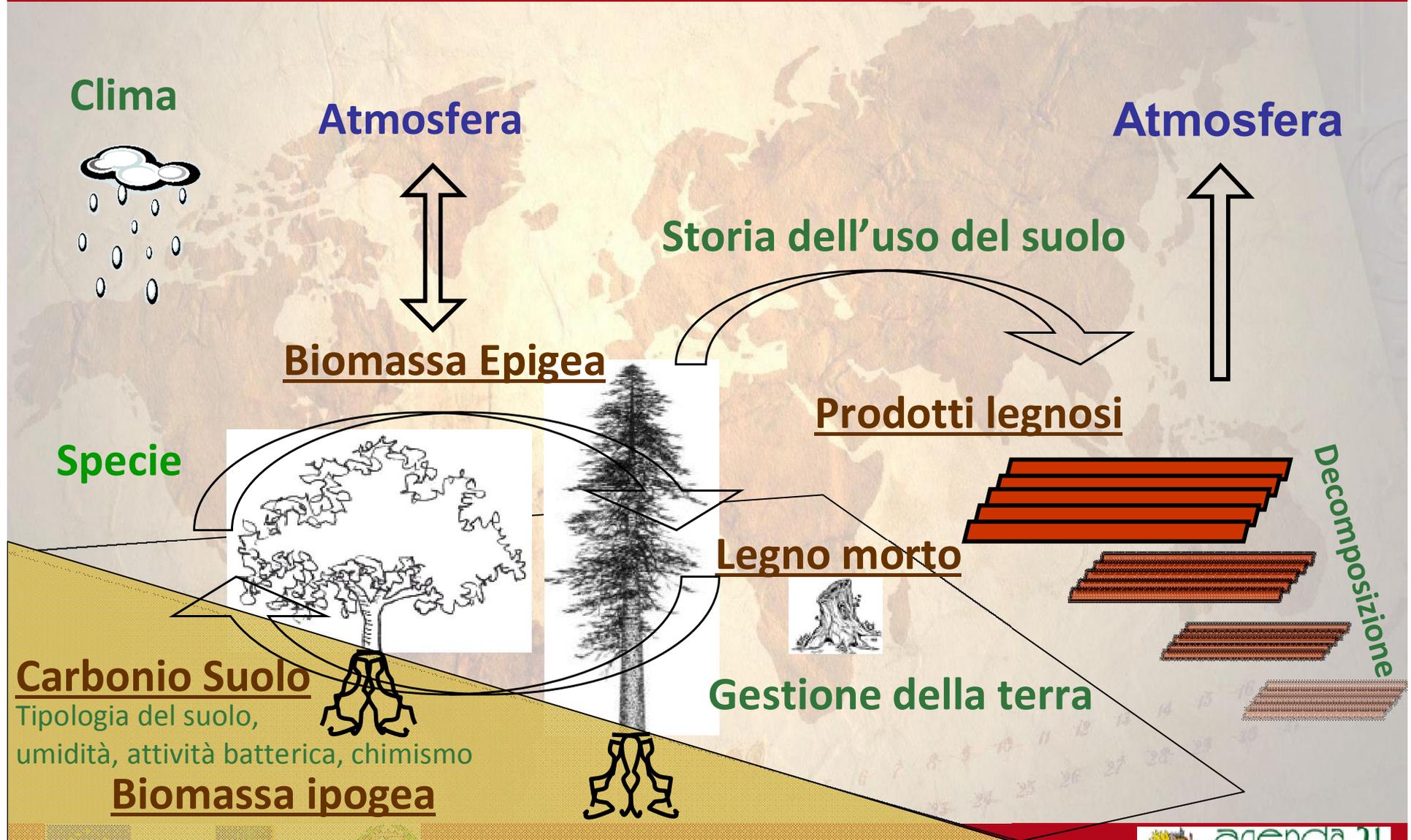
INVESTIAMO PER IL VOSTRO FUTURO

INIZIATIVA COFINANZIATA DAL FONDO SOCIALE EUROPEO, NELL'AMBITO
DEL PROGRAMMA OPERATIVO 2007-2013 DELLA REGIONE DEL VENETO

www.serviziecosistemici.it



agenda 21
consulting srl
territorio e sviluppo sostenibile



InVEST – la funzione CARBON

DATA INPUT NECESSARI

1. **Carta LULC** (raster) a cui è associato un database con classi e codici di uso del suolo e anno di rilievo
2. Database con i **4 carbon pools** per ciascuna categoria LULC



Unione europea
Fondo sociale europeo



REGIONE DEL VENETO



INVESTIAMO PER IL VOSTRO FUTURO

INIZIATIVA COFINANZIATA DAL FONDO SOCIALE EUROPEO, NELL'AMBITO
DEL PROGRAMMA OPERATIVO 2007-2013 DELLA REGIONE DEL VENETO

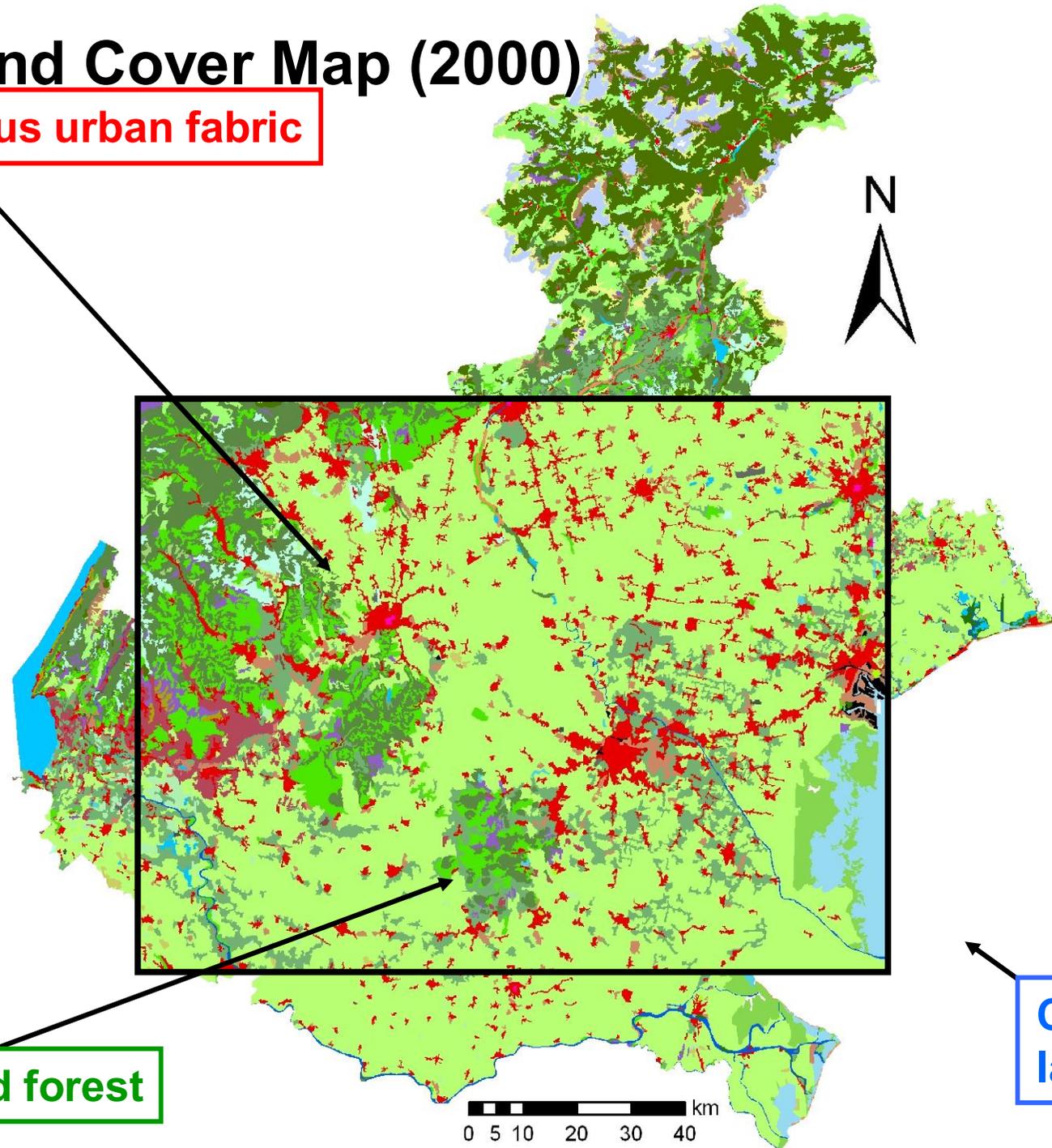
www.serviziecospistemici.it



agenda 21
consulting srl
territorio e sviluppo sostenibile

Corine Land Cover Map (2000)

Discontinuous urban fabric



Broad-leaved forest

Coastal lagoon

Table

LULC - CLC (2000)

Attributes of carbon_pools_samp

OID	C above	C below	C soil	C dead	LULC	LULC Name
28	90	60	95	29	55	Upland Forest Semi-closed conifer
29	10	7	76	2,5	56	Conifers 0-20 yrs
30	88	59	96	29	57	Forest closed conifer 21-40 yrs
31	165	110	115	50	58	Forest closed conifer 41-60 yrs.
32	225	150	124	65	59	Forest closed conifer 61-80 yrs
33	300	200	135	85	60	Forest closed conifer 81-200 yrs
34	375	250	150	100	61	Forest closed conifer older than 200 yrs
35	80	50	100	25	62	Upland Forest Semi-closed hardwood

Record: 1

Show: All Selected

Records (0 out of 66 Selected)

Options

16	Polygon	121	214648,562517	121	Industrial or commercial units
17	Polygon	242	1822600,874852	242	Complex cultivation patterns
18	Polygon	112	440822,171914	112	Discontinuous urban fabric
19	Polygon	112	263267,18757	112	Discontinuous urban fabric
20	Polygon	242	1812779,734886	242	Complex cultivation patterns
21	Polygon	213	852328,831773	213	Rice fields
22	Polygon	112	198124,445354	112	Discontinuous urban fabric

0

(0 out of 6173 Selected)

LULC - CLC (2000)



Unione europea
Fondo sociale europeo



REGIONE DEL VENETO



INVESTIAMO PER IL VOSTRO FUTURO

INIZIATIVA COFINANZIATA DAL FONDO SOCIALE EUROPEO, NELL'AMBITO DEL PROGRAMMA OPERATIVO 2007-2013 DELLA REGIONE DEL VENETO

www.serviziecospistemici.it



agenda 21
 consulting srl
 territorio e sviluppo sostenibile

InVEST – il modello CARBON

DATA INPUT OPZIONALI

1. Tasso di taglio attuale della vegetazione (shapefile):

- Quantità di C rimossa durante il periodo del taglio (t/ha)
- Vita media dei prodotti in legno

Densità del C ne legno tagliato (t C/t di legno asciutto)

2. Scenario Futuro (shapefile):

- Quantità di C rimossa durante il periodo del taglio (t/ha)
- Frequenza (anni) con la quale viene effettuato il taglio

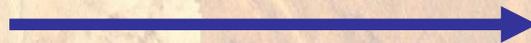
InVEST – il modello CARBON

DATA INPUT OPZIONALI:

Calcolo del valore economico:

1. Valore economico di una tonnellata di carbonio
2. Tasso di sconto
3. Tasso annuale di variazione del prezzo del carbonio

Protocollo di Kyoto
(COP3, 1997)



EU ETS (price 25€/ton C)
(2008)

Stati Uniti



Chicago Climate Exchange
(price 6\$/ton C) (2008)

COP17 (Durban, 12/2011)



(international market
price 8€/ton C)



Unione europea
Fondo sociale europeo



REGIONE DEL VENETO



INVESTIAMO PER IL VOSTRO FUTURO

INIZIATIVA COFINANZIATA DAL FONDO SOCIALE EUROPEO, NELL'AMBITO
DEL PROGRAMMA OPERATIVO 2007-2013 DELLA REGIONE DEL VENETO

www.serviziecosistemici.it



agenda 21
consulting srl
territorio e sviluppo sostenibile

InVEST 2.2.2.

Interfaccia ArcToolBox (ArcGIS™) Funzione CARBON

Carbon

Workspace
C:\InVEST\Carbon

Current land cover map
C:\InVEST\Base Data\luc_samp_cur

Year of current land cover
2000

Resolution (desired cell size to use, in meters) (optional)
2000

Carbon pools
C:\InVEST\Carbon\Input\carbon_pools_samp.dbf

Current harvest rate map (optional)
C:\InVEST\Carbon\Input\harv_samp_cur.shp

Future land cover map (optional)
C:\InVEST\Base Data\luc_samp_fut

Year of future land cover (optional)
2030

Future harvest rate map (optional)
C:\InVEST\Carbon\Input\harv_samp_fut.shp

Compute Economic Valuation

Price of Carbon per metric ton (optional)
43

Annual rate of change in the price of carbon(%) (optional)
0

Market discount rate(%) (optional)
7

Results Suffix (optional)

Carbon

This model calculates the standing stock of Carbon and amount of carbon sequestered over time using four fundamental carbon "pools": aboveground biomass, belowground biomass, soil, and dead organic matter. It also computes the amount of Carbon stored in harvested wood products and values this stock and sequestered carbon.

OK Cancel Environments... << Hide Help

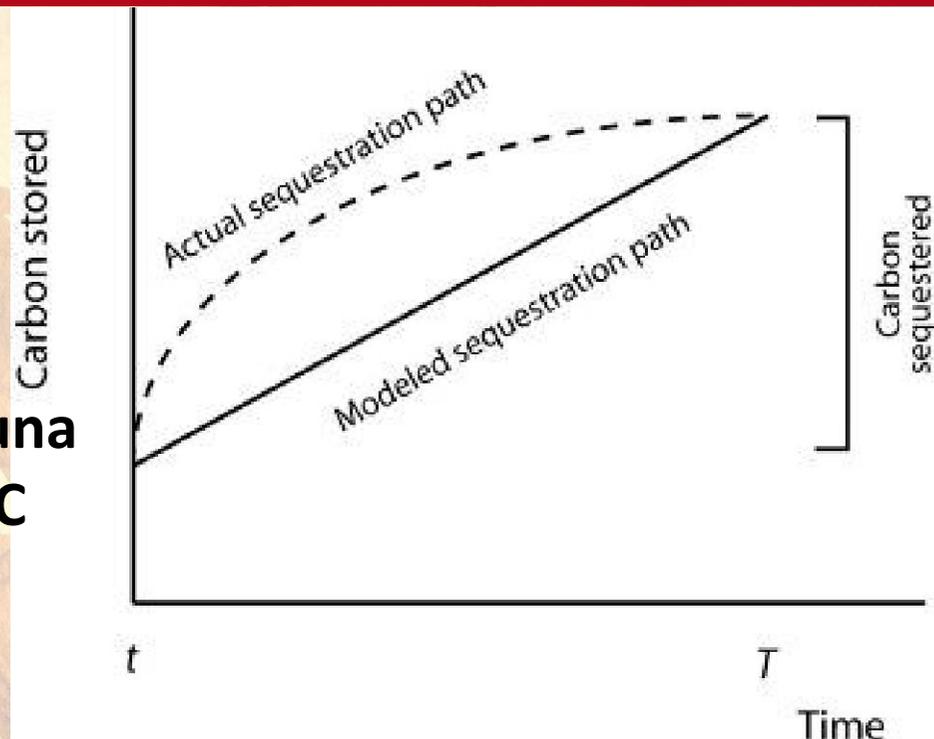
InVEST – il modello CARBON

DATA OUTPUT:

- Quantità totale di C immagazzinata in ogni cella alla risoluzione scelta
- Quantità totale di C che sarà immagazzinata in ogni cella in uno scenario futuro
- Quantità di C sequestrata (ΔC tra scenario futuro ed attuale)
- Valore economico dello scenario attuale (€)
- Valore economico del carbonio sequestrato (ΔC tra scenario futuro ed attuale)

Limiti del modello Carbon (InVEST)

- Ciclo del C semplificato
- Valutazione economica assume una tendenza lineare nel sequestro di C in $f(t)$



Il dettaglio e la qualità degli output dipendono dai dati di input delle classi LULC e dall'accuratezza dei valori dei Carbon pools

InVEST 2.2.2.

Applicazione del modello CARBON: il caso Veneto

Data input



Carte di uso del suolo:

- Corine Land Cover (CLC, 2000)
- Carta Forestale del Veneto



Valori Carbon pools:

- Dati presenti in letteratura

InVEST 2.2.2.

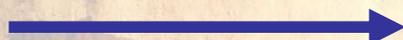
Applicazione del modello CARBON: il caso Veneto

Data output



Carte tematiche con valori
biofisici:

- STOCK di C organico/superficie



Carte tematiche
con valori economici (\$/€)



Unione europea
Fondo sociale europeo



REGIONE DEL VENETO



INVESTIAMO PER IL VOSTRO FUTURO

INIZIATIVA COFINANZIATA DAL FONDO SOCIALE EUROPEO, NELL'AMBITO
DEL PROGRAMMA OPERATIVO 2007-2013 DELLA REGIONE DEL VENETO

www.serviziecosistemici.it



agenda 21
consulting srl
territorio e sviluppo sostenibile

Costruzione Database geografico dello Stock di Carbonio nel Veneto

- **Bibliografia**
- **Carbon pools**
- **Cartografia classi di copertura del suolo**
- **Valori di C per classe di copertura del suolo**
- **Problematiche e semplificazioni**

Bibliografia di riferimento

- Anfodillo et al., 2006. Indagine preliminare sullo stock e sulla fissazione di carbonio nelle foreste del Veneto. Relazione finale. Regione del Veneto
- APAT, 2002. Assorbimento e fissazione di carbonio nelle foreste e nei prodotti legnosi in Italia. Rapporti 21/2002
- Chiti et al., 2011. Soil organic carbon stock assessment for the different cropland land uses in Italy. In *Biol Fertil Soils* (2012) 48:9–17
- Corpo forestale dello stato, 2005. Inventario nazionale delle foreste e dei serbatoi forestali di carbonio (INFC 2005)
- Garlato et al., 2009. Stock attuale di carbonio organico nei suoli di montagna del Veneto. In *Studi Trent. Sci. Nat.*, 85 (2009): 69-81



Unione europea
Fondo sociale europeo



REGIONE DEL VENETO



INVESTIAMO PER IL VOSTRO FUTURO
INIZIATIVA COFINANZIATA DAL FONDO SOCIALE EUROPEO, NELL'AMBITO
DEL PROGRAMMA OPERATIVO 2007-2013 DELLA REGIONE DEL VENETO

www.serviziecosistemici.it



Bibliografia di riferimento

- Jandl, 2010. Il carbonio del suolo. In *Agriregionieuropa*, 21 (2010): 22-24
- Progetto Kyoto – Ricerca sui cambiamenti climatici e il controllo dei gas serra in Lombardia,-. Valutazione del carbonio nei suoli e nella biomassa forestale. Relazione tecnica
- Tonolli e Salvagli, 2007. InFoCarb. Inventario forestale del carbonio della Provincia di Trento.
- www.arpav.it e www.regioneveneto.it

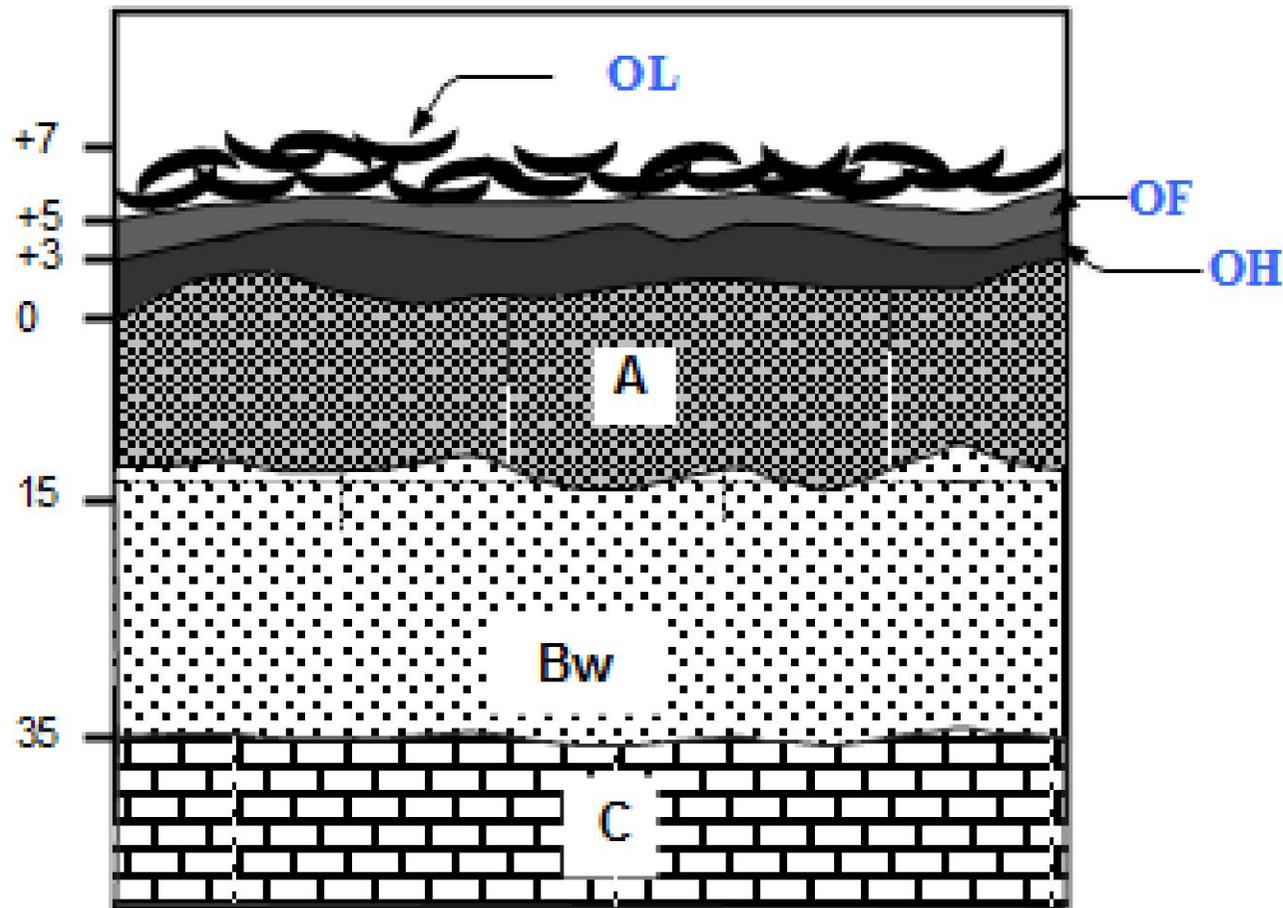
Carbon Pools considerati

- Carbonio organico del suolo
- Carbonio biomassa epigea

Carbonio organico del suolo

- Principale riserva di C terrestre tra i pools considerati (Jandl, 2010)
- Primi 30 cm: zona più suscettibile a cambiamenti (Garlato et al., 2009; Chiti et al., 2011)
- Per suoli forestali importante Humus (orizzonti organici) (Garlato et al., 2009)
- Unità di misura: t (Mg)/ha

Orizzonti del suolo



LULC e valori di C del suolo

- **C nelle categorie LULC forestale:** Garlato et al., 2009; Carta Forestale Veneto. Presi in considerazione orizzonti organici (Humus) + carbonio organico primi 30 cm
- **C nelle categorie LULC agricolo:** Chiti et al., 2011; Corine Land Cover. Presi in considerazione primi 30 cm suolo
- **C nelle categorie LULC erbacee:** Garlato et al., 2009, Corine Land Cover. Presi in considerazione primi 30 cm suolo
- **Superfici fortemente antropizzate** della Corine (urbano, fabbricati, etc): valore 0

Garlato et al, 2009

Tab. 6 - Stock di carbonio organico $t\ ha^{-1}$ nella porzione epigea, nei primi 30 e 100 cm di suolo minerale e includendo gli orizzonti organici (valori medi) nelle diverse tipologie forestali del Veneto (per lo stock di carbonio epigeo, fonte: Anfodillo *et al.* 2006).

Tab. 6 - Forest stand organic carbon stock $t\ ha^{-1}$, 0-30 cm mineral soil and 0-100 mineral layer SOC stocks (mean values, $t\ ha^{-1}$), with and without organic layers, for different forest types of the Veneto region (forest stand organic carbon from Anfodillo *et al.* 2006).

	Abieteti	Faggete	Lariceti	Mughete	Peccete	Piceo-Fg	Cedui	Cedui Or-ost	Cedui Carp	Cedui Faggio	Totale
Stock di carbonio epigeo	78,3	49,3	31,0	7,0	67,5	50,7	66,1	57,7	59,2	81,5	57,7
Suolo (30 cm)	48,4	66,5	68,3	43,5	64,5	77,8	45,6	49,9	49,2	62,7	63,4
Suolo (100 cm)	72,2	91,4	94,6	53,7	98,6	106,7	77,3	79,3	75,9	96,6	96,9
Suolo compreso humus (30 cm)	78,2	86,0	105,5	105,9	94,0	107,6	54,1	61,2	53,0	81,0	77,6
Suolo compreso humus (100 cm)	102,9	113,0	132,1	132,1	128,4	138,2	81,7	89,6	77,1	114,6	109,6

Chiti et al., 2011

Table 5 Total SOC stock for the top 30 cm mineral soil of the whole IPCC cropland category in Italy

Land use	Area in 2000 ^a M ha	Mean SOC stock (0–30 cm) Mg C ha ⁻¹	Total SOC stock (0–30 cm) Tg C
Arable land	7.115±0.075	51.0 ^b ±16.7	362.9±118.8
Vineyards	7.173±0.008	41.9±15.9	30.1±11.4
Olive groves	1.081±0.011	51.5±19.8	55.7±21.4
Orchards	6.309±0.005	44.1±12.1	27.8±7.6
Rice fields	0.213±0.001	63.3±27.9	13.5±6.0
			490.0 121.7

Stock C - Carta forestale Veneto

LULC_co de	LULC_na me	C_above	C_below	C_soil	C_dead	(Tab. C_soil Garlato et al.)
		t C/ha		t C/ha		
1	Abieteti	78,3	0	78,2	0	Abieteti
2	Aceri-frassineti e aceri-tiglieti	66	0	54,1	0	Ceduo
3	Alnete	33	0	27,05	0	Ceduo/2
4	Arbusteti Betuleti	33	0	27,05	0	Ceduo/2
5	Castagneti e rovereti	66	0	54,1	0	Ceduo
6	Faggete	49,3	0	86	0	Faggete
7	Formazioni antropogene	66	0	54,1	0	Ceduo
8	Lariceti e larici- cembreti	31	0	105,5	0	Lariceti
9	Mughete	7	0	105,9	0	Mughete
10	Orno-ostrieti e ostrio-querceti	57,7	0	61,2	0	Cedui Or-ost
11	Peccete	67,5	0	94	0	Peccete
12	Piceo-faggeti	50,7	0	107,9	0	Piceo-fg
13	Pinete di pino silvestre	33,75	0	47	0	Pecceta/2
14	Querco-carpineti e carpineti	57,7	0	61,2	0	Cedui Or-ost
15	Saliceti e altre formazioni riparie	33	0	27,05	0	Ceduo/2
16	'Formazioni costiere'	33	0	27,05	0	Ceduo/2
17	'Formazioni euganee con elementi mediterranei'	33	0	27,05	0	Ceduo/2

Corine Land Cover (2000)

LULC	LULC_NAME	C_ABOVE	C_BELOW	C_SOIL	C_DEAD
121	Industrial	0	0	0	0
122	Road	0	0	0	0
123	port area	0	0	0	0
124	airports	0	0	0	0
312	Coniferous	50	0	75	0
313	Mixed forest	55	0	80	0
321	natural grassland	4	0	69	0



Unione europea
Fondo sociale europeo



REGIONE DEL VENETO



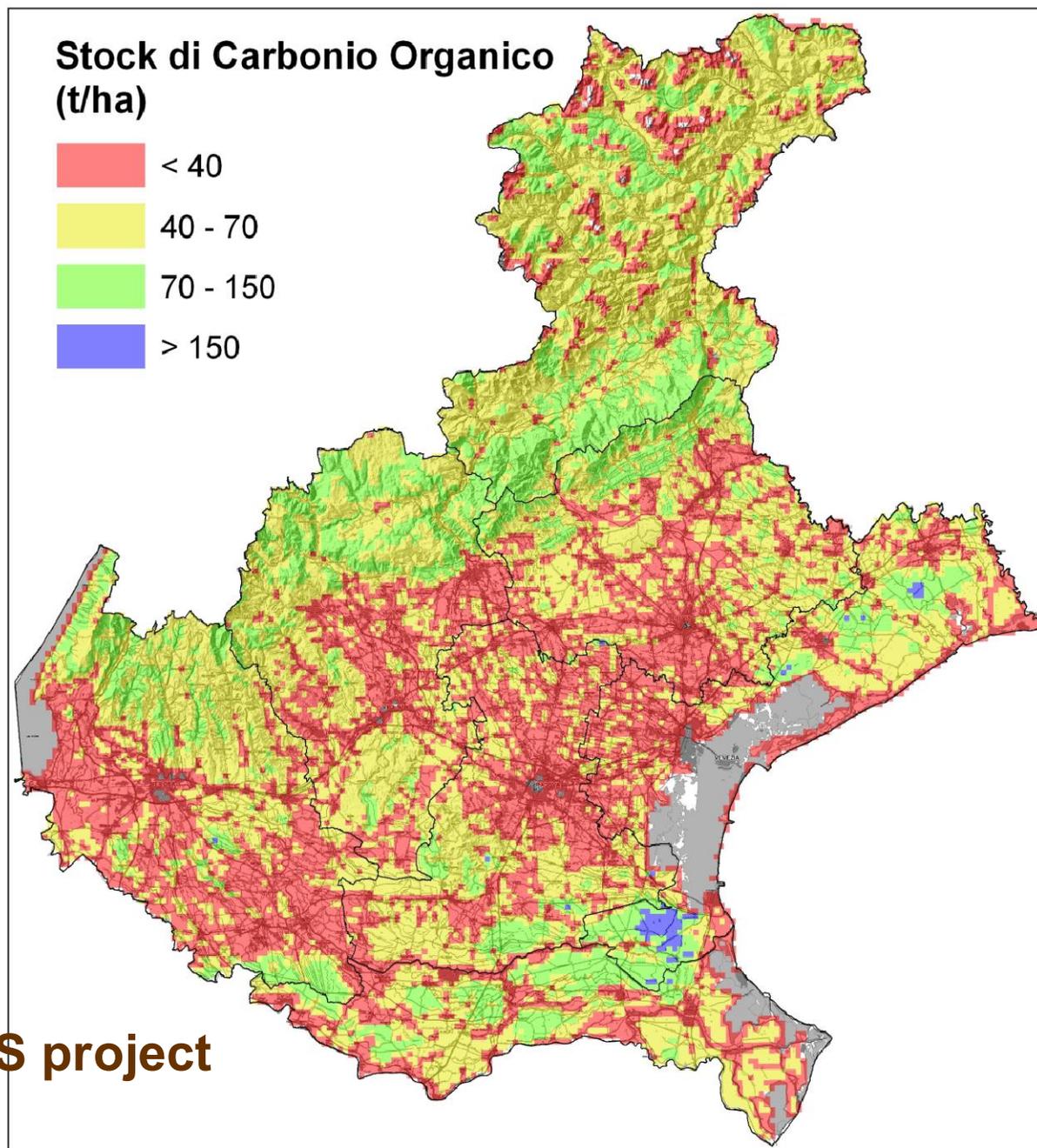
INVESTIAMO PER IL VOSTRO FUTURO

INIZIATIVA COFINANZIATA DAL FONDO SOCIALE EUROPEO, NELL'AMBITO
DEL PROGRAMMA OPERATIVO 2007-2013 DELLA REGIONE DEL VENETO

www.serviziecosistemici.it



agenda 21
consulting srl
territorio e sviluppo sostenibile



ARPAV – SIAS project

C biomassa epigea

- Ruolo importante nel sequestro e rilascio di C in atmosfera (Jandl, 2010)
- Superficie forestale copre il 23% del tot del territorio veneto, ovvero 415000 ha (372.330 in aree montane e 42.564 in aree non montane) (www.regioneveneto.it, 2011)
- Unità di misura: t (Mg)/ha

LULC e valori di C Biomassa Epigea

- C nelle categorie LULC forestale : Anfondillo et al., 2006; carta forestale del Veneto
- C nelle categorie LULC agricolo: Anfondillo et al., 2006, Corine Land Cover. Copertura agricola annuale attribuito valore 0.
- C nelle categorie LULC erbacee: Tonolli e Salvagli, 2007; Corine Land Cover
- Superfici fortemente antropizzate della Corine (urbano, fabbricati, ecc.): valore 0

Tab. 39: riclassificazione operata sulle tipologie forestali indicate nella Carta Forestale della Provincia di Treviso, con indicazione del *C stock* associato a ciascuna categoria e dello *stock tot*

Area - Tipologia	Superficie (ha)	Categoria	Stock (t/ha)	Sink (t ha⁻¹anno⁻¹)	Stock (t)
Abieteti	4,0	Abieteti	100,8*	1,5	492,2
Aceri-frassineti e aceri tiglieti	24,0	Cedui	66,1	2,7	1.621,4
Arboricoltura da legno - conifere	3,5	Altofusto	77,0*	1,1	272,6
Arboricoltura da legno - latifoglie	553,1	Altofusto	77,0*	1,1	42.604,8
Betuleti e corileti	130,8	Cedui	66,1	2,7	8.650,5
Castagneti e rovereti	3.259,3	Castagneti	59,8*	0,4	195.075,6
Faggete	5.261,7	Faggete	64,1*	1,3	337.769,5
Lariceti e larici-cembreti	402,9	Lariceti	59,3*	1,2	23.914,2
Orno-ostrieti e ostrio-querceti	14.696,9	Orno-os.e Ostrio-Q.	57,7	2,6	848.012,8
Peccete	1.683,3	Peccete	86,0*	1,3	144.845,5
Piceo-faggete	1.049,4	Piceo-faggete	73,9*	1,5	77.555,9
Pinete di pino silvestre	30,2	Pinete	59,7*	1,1	1.805,0
Pinete montane	546,0	Mughete	9,1*	0,06	4.969,2
Praterie, incolti	(3.774,7)	-	-	-	0,0
Praterie, incolti	(1.531,1)	-	-	-	0,0
Quercio-carpineti e carpineti	184,7	Carpineti e Q-carp.	59,2	2,7	10.937,2
Robinieto misto	2.519,3	Robinieti	66,1	2,7	166.525,7
Robinieto puro	5.144,7	Robinieti	66,1	2,7	340.066,6
Saliceti e altre formazioni riparie	3.161,7	Cedui	66,1	2,7	208.992,3
	38.657,4				2.414.111,5

* valori unitari stimati per le fustaie attraverso le equazioni allometriche, moltiplicati per un fattore di della biomassa arborea inferiore a 17,5 cm nari a 1,3 (8741)

Problematiche e semplificazioni

- Dati di C medio per LULC incontrati in letteratura sono generici, presentano differenze statisticamente significative e variano in base alle metodologie utilizzate per il loro calcolo
- In alcune categorie LULC il C è stato approssimato (es. C suolo per LULC castagneti e rovereti considerato Ceduo)
- Non è stato tenuto conto del regime climatico, pendenza, esposizione, ecc.

InVEST – il modello CARBON

ANALISI GIS - RISULTATI

Output cartografici

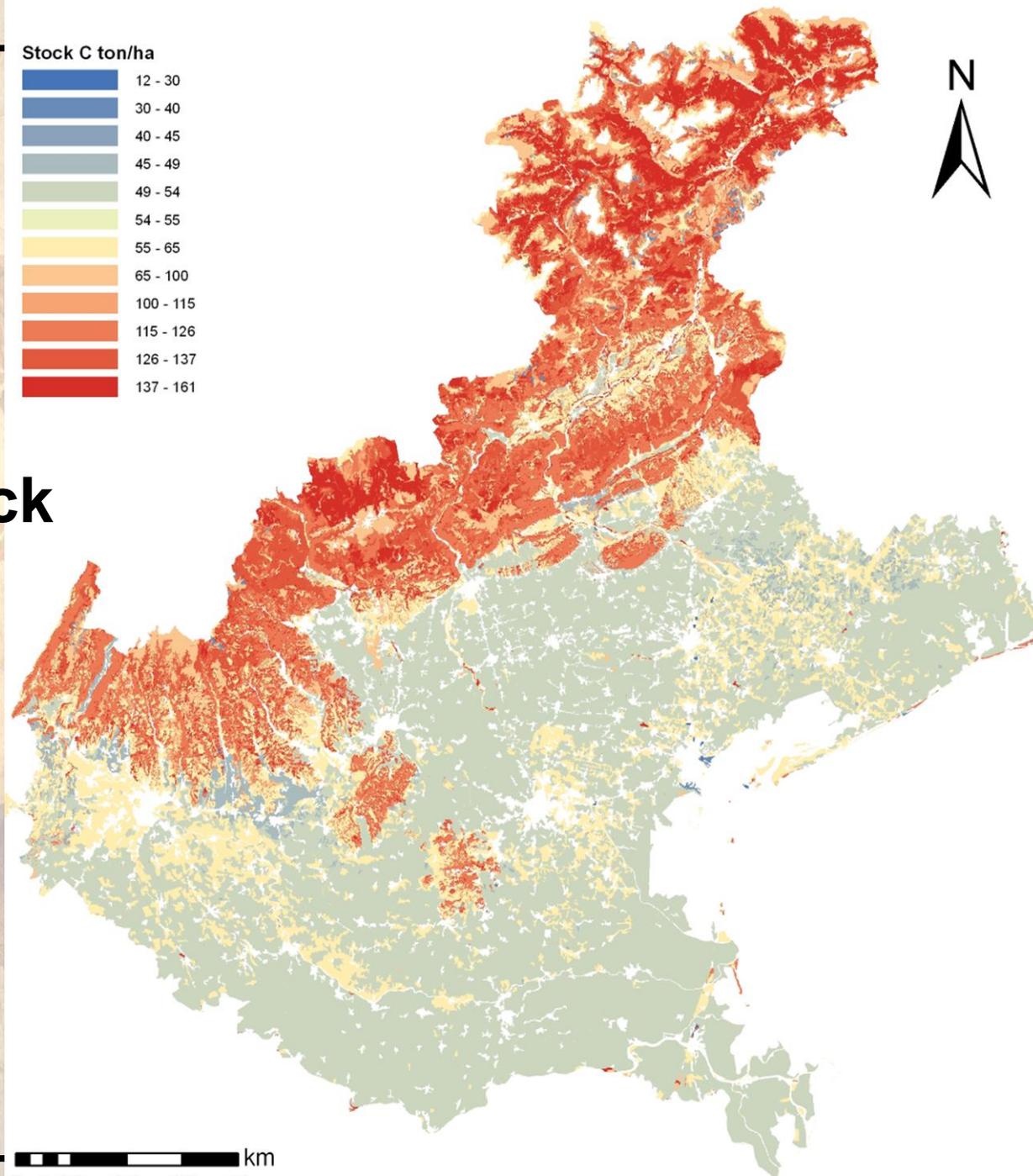
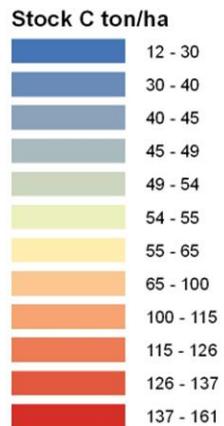
- Carta dello stock complessivo di C organico (t/ha)
- Carta delle riserve di C a livello di territorio comunale
- Carta del valore economico (€) a livello del Veneto
- Carta del valore economico a livello di territorio comunale

Database geografico

- Tabella dello stock di C e del valore economico a livello del Veneto
- Tabella dello stock di C e del valore economico a livello di Province

Carta dello stock di C t/ha

**Totale Veneto:
121.019.214 t**



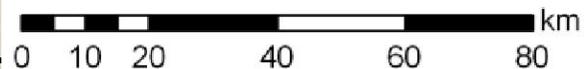
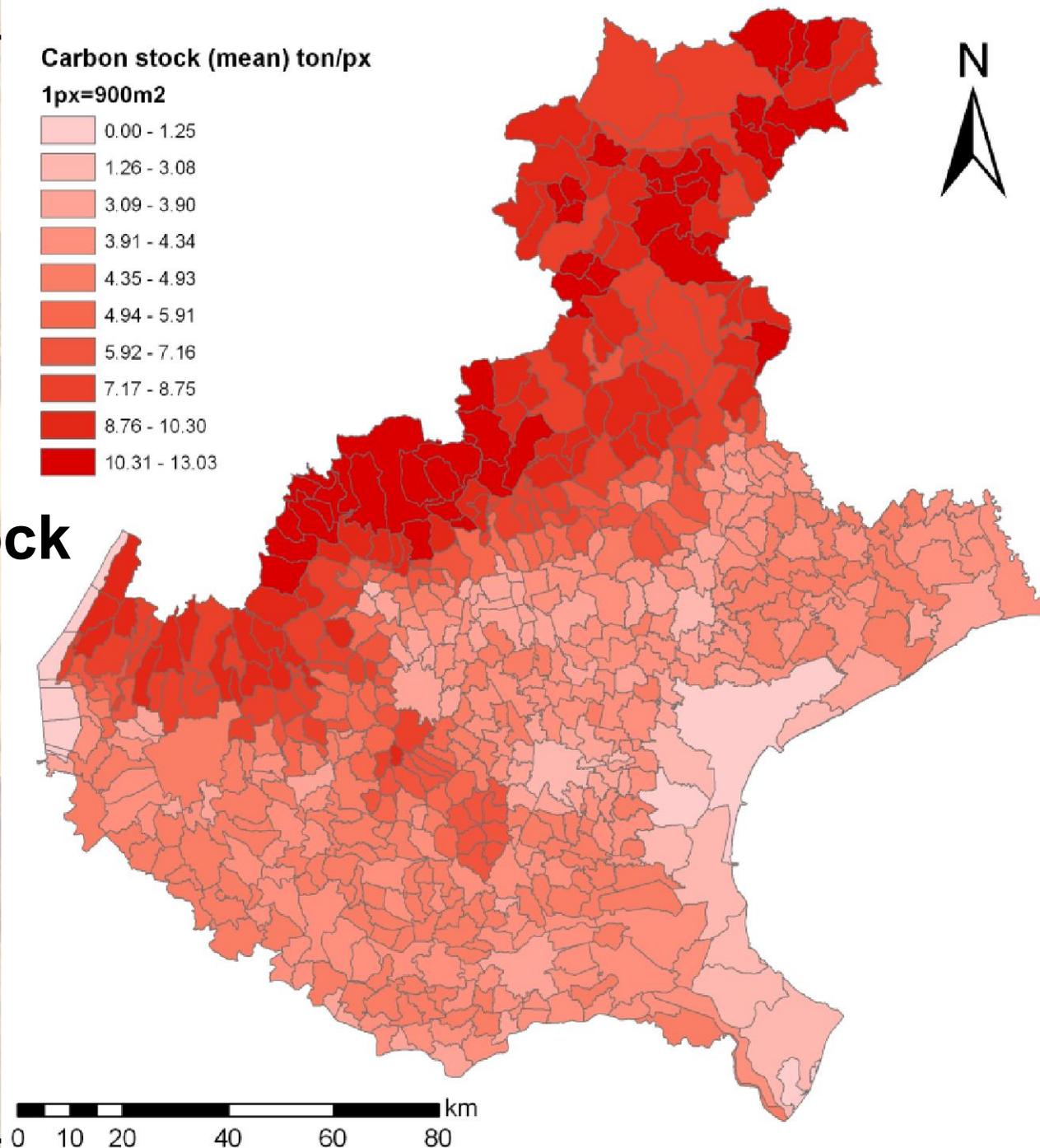
Carbon stock (mean) ton/px

1px=900m²



Carta dello stock di C t/px

1px=900m²

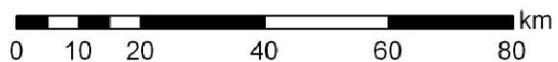
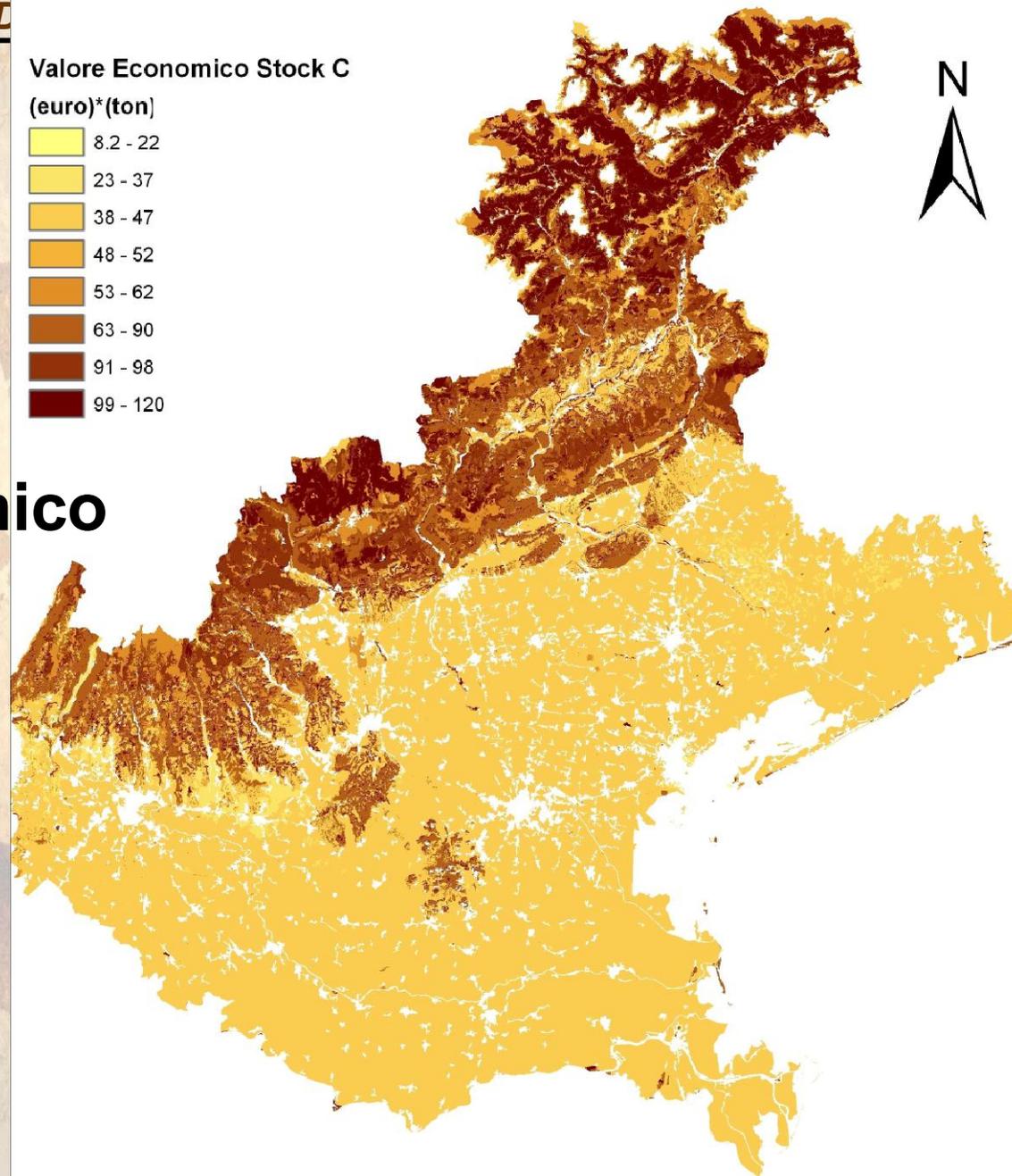
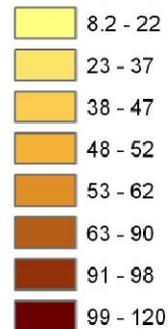


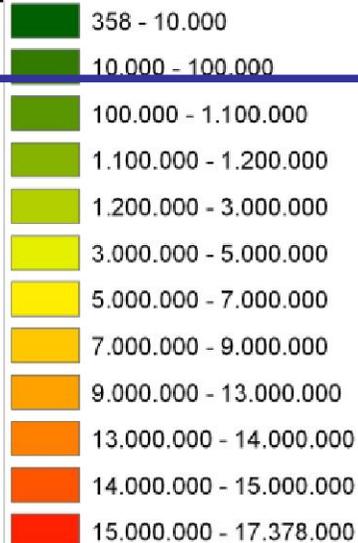
Valore economico di C (€/ha)

**Totale Veneto:
968.153.719 €**

Valore Economico Stock C

(euro)*(ton)



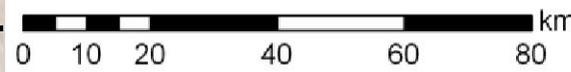


Cortina d'Ampezzo
17.378.136 €
Auronzo di Cadore
17.134.100 €

Rovigo
3.671.965 €

Campagna Lupia
977.099 €

Valore economico di C (€*t) a livello comunale



Valutazione del C su base provinciale

PROVINCIA	ZONE-CODE	COUNT	AREA	MEAN	TOTALE C (t)
BELLUNO	3	4084683	367621480 0	9,472749	38.693.176
VICENZA	2	3025581	272302280 0	7,459071	22.568.022
VERONA	1	3441674	309750660 0	5,360096	18.447.702
TREVISO	4	2755499	247994910 0	5,302126	14.610.004
PADOVA	6	2381904	214371350 0	4,283829	10.203.669
VENEZIA	5	2740435	246639160 0	3,238403	8.874.632
ROVIGO	7	2018025	181622250 0	3,78373	7.635.662

CALCOLO ECONOMICO SU BASE PROVINCIALE

Provincia	AREA (ha)	MEAN	TOTALE VALORE (€)
BELLUNO	367616,21	75,78199	309.545.410
VICENZA	272301,44	59,672565	180.544.180
VERONA	309749,83	42,880768	147.581.620
TREVISO	247992,14	42,417011	116.880.030
PADOVA	214374,45	34,27063	81.629.352
VENEZIA	247133,03	25,907221	70.997.056
ROVIGO	182407,4	30,269842	61.085.300

GRAZIE PER L'ATTENZIONE!



Mercato indigeno di El Coca, barbecue di *gusanos*