

Calcolo del C stoccato e la sua variazione nel buffer di 1km del fiume Brenta nei comuni di interesse tra il 2006 e il 2020, usando il modulo di InVEST Carbon Storage and Sequestration

Installare Invest e i dataset connessi (<https://naturalcapitalproject.stanford.edu/invest/>). Il software aperto presenta una finestra con elencati tutti i modelli disponibili, quello che interessa a noi si chiama “Carbon storage and sequestration”.

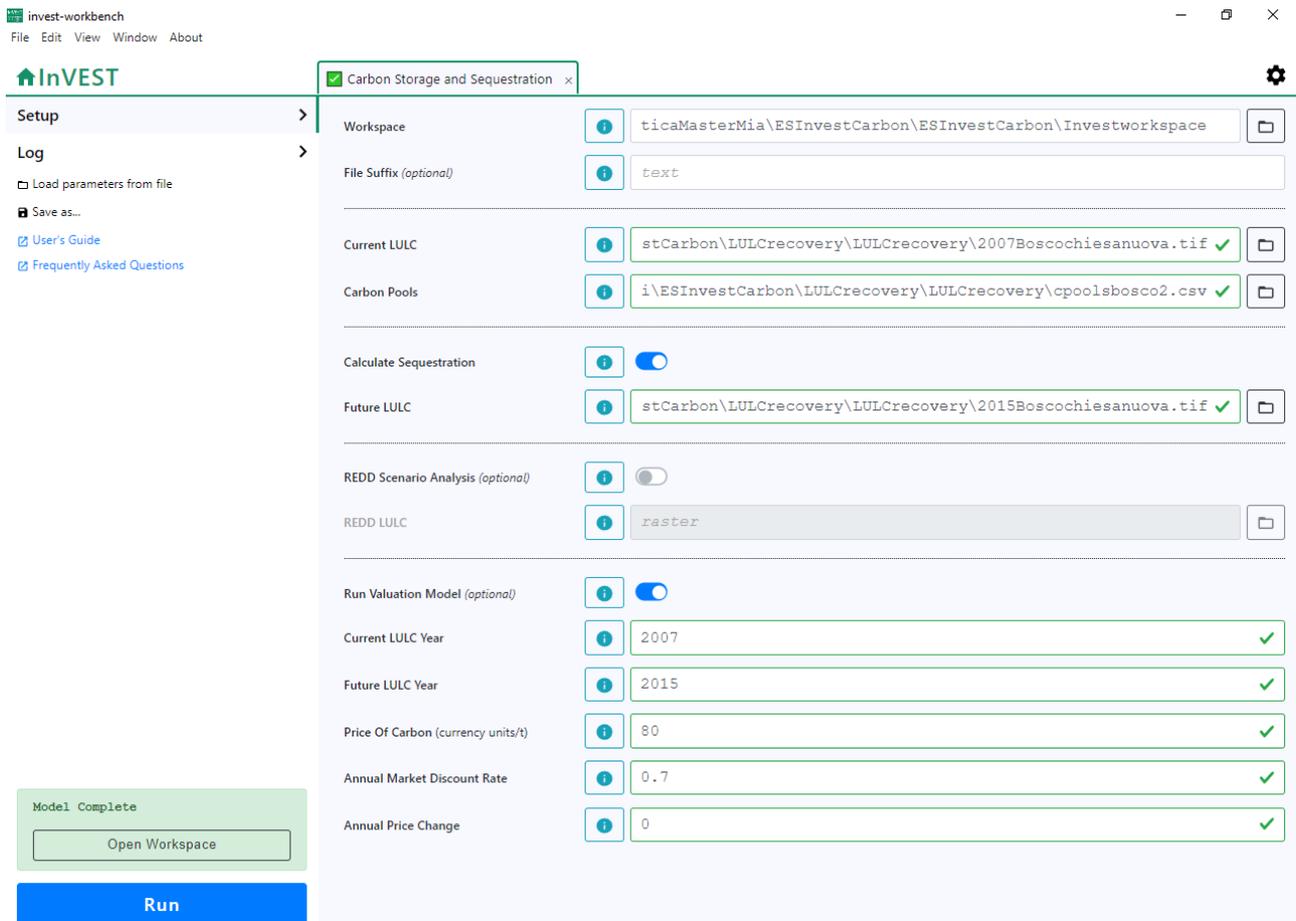
File Edit View Window About

🏠 InVEST

Annual Water Yield	RouteDEM
Carbon Storage and Sequestration	Scenario Generator: Proximity Bas...
Coastal Blue Carbon Preprocessor	Scenic Quality
Coastal Blue Carbon	Seasonal Water Yield
Coastal Vulnerability	Sediment Delivery Ratio
Crop Pollination	Urban Cooling
Crop Production: Percentile	Urban Flood Risk Mitigation
Crop Production: Regression	Urban Nature Access
Delineatelt	Urban Stormwater Retention
Forest Carbon Edge Effect	Visitation: Recreation and Tourism
Habitat Quality	Wave Energy Production
Habitat Risk Assessment	Wind Energy Production
Nutrient Delivery Ratio	

Apriamo Carbon storage and sequestration

L’interfaccia, come si vede, è molto intuitiva.



Il primo campo ci permette di impostare il workspace del nostro progetto, in questo caso ho creato una cartella chiamata “carbon_workspace”. Ricordate è buona prassi, quando si creano nuovi percorsi, di non utilizzare mai gli spazi ma di utilizzare l’underscore _

Il secondo campo, opzionale, ci permette di aggiungere un suffisso automatico agli output che andremo a generare, es “_res”. Questa opzione ci permetterà di distinguere i dati di partenza da quelli elaborati, anche se sarebbe preferibile dividere questi dati in cartelle diverse, es. cartella DATI e cartella OUTPUT

Il secondo modulo del tool ci permette di impostare i dati di partenza per l’analisi dello stoccaggio del carbonio. In questo caso andremo anche a spuntare il successivo modulo “calculate sequestration”. Se si spunta REDD (non spuntare per questa simulazione) viene creato uno scenario aggiuntivo sulla base del modello REDD (Reducing Emissions from Forest Degradation and Deforestation). Andremo invece ad utilizzare anche il modulo di valutazione economica

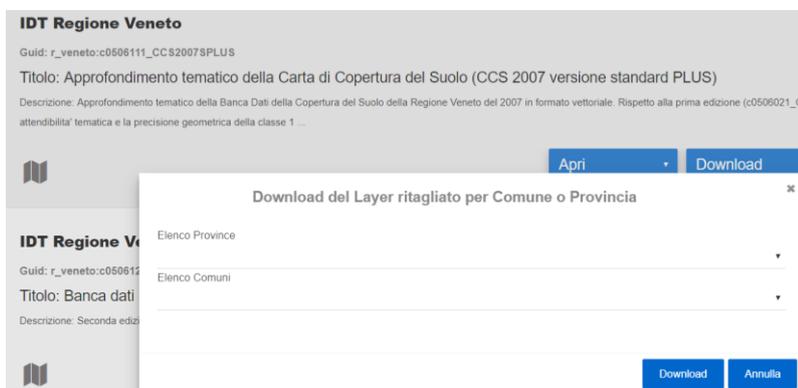
Successivamente ci viene chiesto di impostare i dati di partenza, più precisamente un RASTER del Land Cover. Dove possiamo trovare i dati della copertura del suolo per i comuni del Veneto? Semplice: nel geoportale regionale.

Connettersi al geoportale del Veneto: <https://idt2.regione.veneto.it/>



La copertura del suolo nel geoportale si può trovare con: ricerca da catalogo => c05 Suolo e sottosuolo => c0506 uso del SUOLO, per i comuni di interesse, sia del 2006 (Titolo: Banca Dati della Copertura del Suolo della Regione Veneto) che del 2020 (Titolo: Banca dati della Carta della Copertura del Suolo aggiornamento 2020)

NB: può essere che il SR dei dati scaricati dal geoportale non venga letto correttamente da QGIS, in caso impostare il SR dei layer scaricati come 3003 con tasto destro → proprietà → sorgente, assicurarsi che sia impostato EPSG: 3003 – Monte Mario / Italy zone 1, in caso contrario impostarlo. Assicurarsi anche che progetto abbia questo SR.



Salvate i dati nella cartella inputdata.

I dati scaricati dal geoportale tuttavia sono in formato vettoriale ed Invest richiede invece dati raster. Come fare dunque? Dobbiamo trasformare i dati da vettoriali a raster (impostare risoluzione pixel in uscita **30m**, questo per comodità per rendere il geoprocesso più leggero, naturalmente risoluzione in uscita influisce molto sul risultato, quindi in caso settare risoluzione ottimale per questo tipo di dato che potrebbe essere 5-10m).

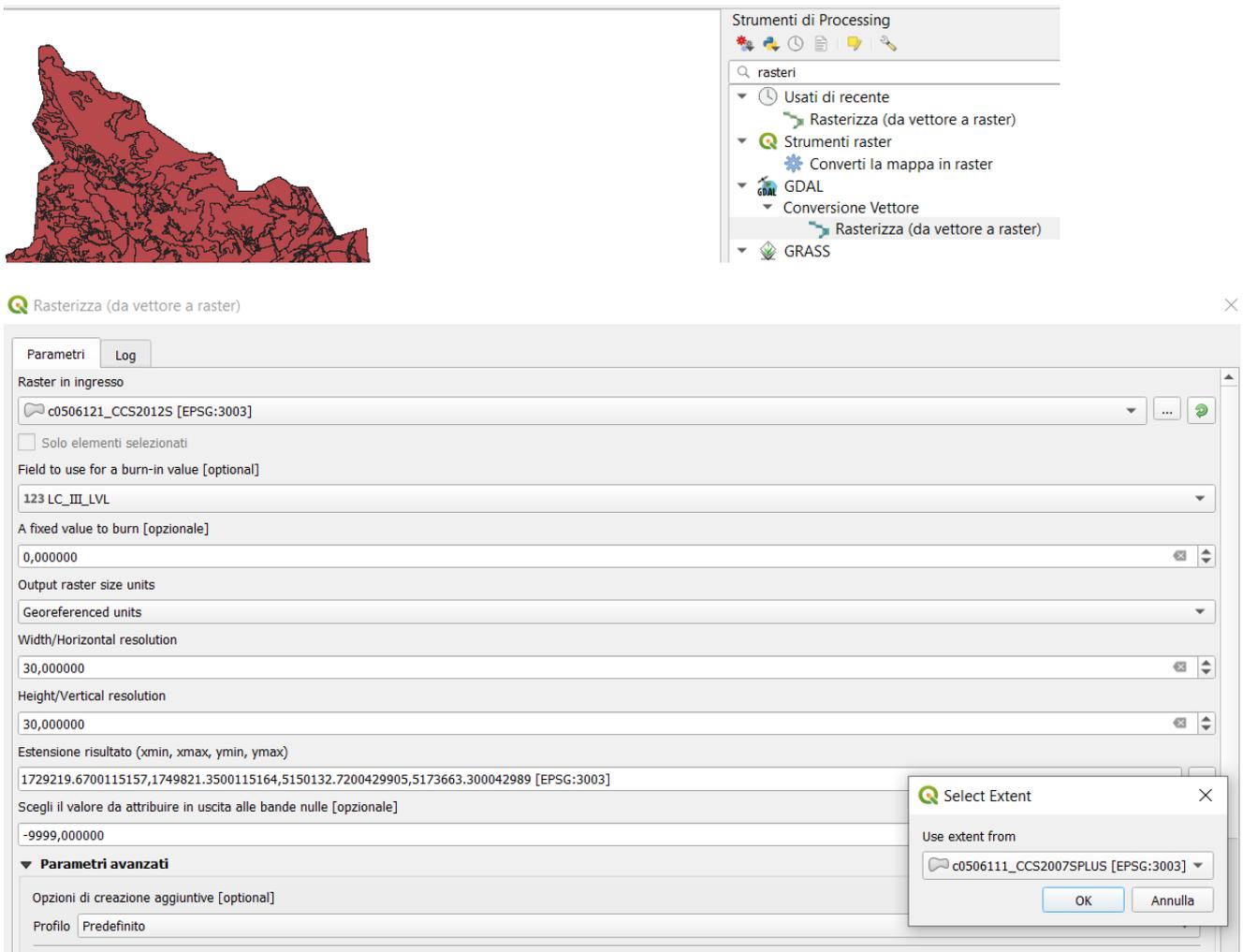
Per la preparazione dei dati di input e la successiva visualizzazione degli output andiamo ad usare **QGIS**:

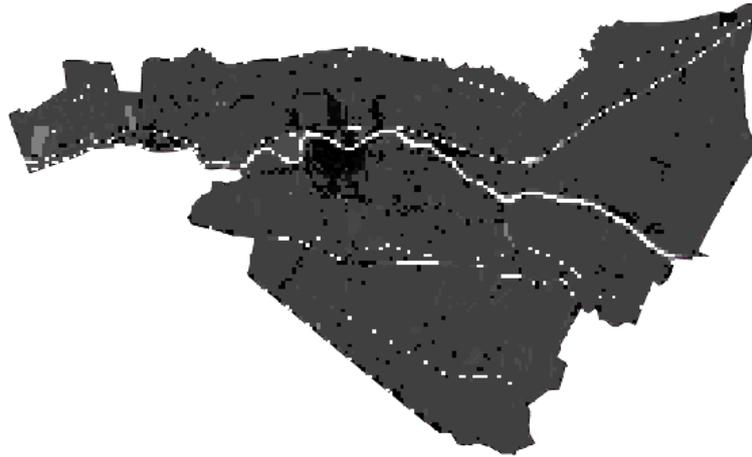
Aprire QGIS => abilitare la barra di strumenti di processing in alto. Carichiamo le 2 LULC del 2006 e del 2020 nel buffer, quelle non dissolte.

Dal modulo “ricerca” degli strumenti di processing cercare la funzione “rasterize o rasterizza” di GDAL, che ci permette appunto di rasterizzare un dato vettoriale.

Input: il lulc nel buffer del 2006 e del 2020

Field: è il campo che attribuisce il valore al raster, ovvero il campo che avrà ogni pixel. Nel nostro caso andremo a scegliere il 2 livello di landcover (lc_ii_lvl) (vedi immagine della classificazione alla fine di questo documento per la descrizione della legenda). In ogni caso controllate sempre la tabella di attributi dello layer di partenza per capire bene quale campo vi serve per creare il raster.





N.B. Invest vuole un raster con impostato un SR metrico, in questo caso stiamo usando il 3003. Nella produzione del secondo raster usare l'estensione del primo raster creato, in modo da essere sicuri di dare in pasto a InVEST 2 raster con la stessa estensione

N.B.2: la tabella dei serbatoi di carbonio che andiamo a creare deve avere tutti i valori dei pixel (quindi le classi di LULC) presenti nei due raster, se no da errore. Per verificare ciò si può usare il geoprocessingo rapporto sui valori univoci di un raster e confrontare i risultati per i due raster.

A questo punto torniamo al modulo Invest e andiamo a compilare correttamente il campo coi dati di partenza.

Definizione dei parametri per il calcolo del carbonio stoccato e sequestrato e la creazione della tabella dei serbatoi:

Il dato richiesto è un file in formato CSV contenente tutte le classi dei raster che abbiamo creato con le relative informazioni sul carbonio a seconda del tipo di copertura del suolo che si ha e deve essere impostato come la tabella seguente:

2. **Carbon pools (required):** A table of LULC classes, containing data on carbon stored in each of the four fundamental pools for each LULC class. If information on some carbon pools is not available, pools can be estimated from other pools, or omitted by leaving all values for the pool equal to 0. For notes on calculating standard deviation for the uncertainty model, see the Appendix for data sources for carbon stocks.

- (a) **lucode:** an integer landcover code that corresponds to an entry in the LULC map. There must be at least a corresponding **lucode** entry for every unique value in the landcover maps.
- (b) **c_above:** carbon density in aboveground mass (Mg/Ha)
- (c) **c_below:** carbon density in belowground mass (Mg/Ha)
- (d) **c_soil:** carbon density in soil (Mg/Ha)
- (e) **c_dead:** carbon density in dead mass (Mg/Ha)

Example: Hypothetical study with five LULC classes. Class 1 (Forest) contains the most carbon in all pools. In this example, carbon stored in above- and below-ground biomass differs strongly among land use classes, but carbon stored in soil varies less dramatically.

lucode	LULC_name	C_above	C_below	C_soil	C_dead
1	Forest	140	70	35	12
2	Coffee	65	40	25	6
3	Pasture/grass	15	35	30	4
4	Shrub/undergrowth	30	30	30	13
5	Open/urban	5	5	15	2

NB: è necessario che tutte le classi del raster LULC (in questo caso tutte le classi univoche del 2006 e del 2020) siano rappresentate nella tabella carbon pool.

I dati da inserire in realtà sono frutto di ricerca bibliografica o di lavoro di campo e non devono essere assegnati casualmente.

Un modo semplice per compilare la suddetta tabella è quello di andare nella directory contenente il dato di partenza (ovvero lo shapefile del landcover nel buffer) e aprire la tabella .DBF dello shp in Excel salvandolo in formato Excel, oppure esportare il geopackage in formato excel in QGIS.

N.B. Attenzione a non modificare MAI direttamente la tabella dbf con excel, rischiate di corrompere lo shapefile.

Una volta aperto il nostro file Excel, ci ritroviamo con una tabella con un record per ogni area del nostro raster, dobbiamo dunque crearci una tabella con valori univoci e lo possiamo fare sempre da Excel con la funzione "Rimuovi duplicati" (Dati=> Rimuovi duplicati). Per il nome della LULC ridurre ed eliminare tutti i caratteri particolari e i segni di punteggiatura. Dopo aver fatto questo passaggio ci ritroviamo con una tabella con valori univoci e possiamo andare ad aggiungere le quattro colonne che ci interessano: C_above, C_below, C_soil, C_dead; colonne che verranno compilate con valori dati dalla bibliografia a riguardo¹.

¹ Guardare a tal proposito il manuale utente di Invest

LULC	LULC_NAME	C_ABOVE	C_BELOW	C_SOIL	C_DEAD
111	Centro città con uso misto, tessuto urbano continuo molto denso	0	0	0	0
112	Tessuto urbano discontinuo denso con uso misto (Sup. Art. 50%-80%)	0	0	0	0
121	Strutture socio sanitarie (ospedali e case di cura)	0	0	0	0
113	Ville Venete	0	0	0	0
122	Aree adibite a parcheggio	0	0	0	0
133	Cantieri e spazi in costruzione e scavi	0	0	0	0
134	Aree in trasformazione	0	0	0	0
141	Parchi urbani	20	0	20	0
142	Aree sportive (Calcio, atletica, tennis, ecc.)	0	0	0	0
211	Mais in aree non irrigue	0	0	25	0
212	Terreni arabili in aree irrigue	0	0	30	0
221	Vigneti	20	0	10	0
222	Frutteti	20	0	20	0
224	Altre colture permanenti	0	0	30	0
231	Superfici a copertura erbacea: graminacee non soggette a rotazione	35	0	45	0
232	Superfici a prato permanente ad inerbimento spontaneo, comunemente non lavorata	20	0	40	0
242	Sistemi colturali e particellari complessi	50	0	60	0
311	Bosco di latifoglie	75	0	20	0
321	Pascoli diversi	30	0	20	0
411	Ambienti umidi fluviali	0	0	0	0
511	Fiumi, torrenti e fossi	0	0	0	0
512	Bacini senza manifeste utilizzazione produttive	0	0	0	0

Nel pdf databascarb trovate il materiale da poter utilizzare per ricavare i valori da attribuire ad ogni classe di uso del suolo.

In QGIS, una volta sistemata la tabella in excel, salvarla come c_database e convertirla in csv utilizzando il **plugin spreadsheet layer**: caricare excel con layer → aggiungi layer → spreadsheet layer, luclcode (integer), nome uso del suolo come string, gli altri valori dei carbon pools come real. Dare ok. Tasto destro sulla tabella, esporta → salva con nome, salvare come csv e nome c_database. Provare ad aprire il csv con blocconote/excel ed eventualmente correggere eventuali problemi (spazi tra le virgole, ecc.).

Caricare il csv appena creato nel modulo carbon

In Valuation model inserire:

Price/metric ton of carbon: 80

Annual market discount rate: 7%, ovvero inserire 0.7

Annual price change: 0

...e far partire la simulazione!

Una volta completata apprezzare i risultati nella cartella e con QGIS.

Model results:

- **report.html:** This file presents a summary of all data computed by the model. It also includes descriptions of all other output files produced by the model, so it is a good place to begin exploring and understanding model results. Because this is an HTML file, it can be opened with any web browser.
- **Parameter log:** Each time the model is run, a text (.txt) file will appear in the *Output* folder. The file will list the parameter values for that run and will be named according to the service, the date and time, and the suffix.
- **tot_c_cur/tot_c_fut/tot_c_redd:** These raster shows the amount of carbon currently stored in Mg in each grid cell. It is a sum of all of the carbon pools provided by the biophysical table.
- **delta_cur_fut/delta_cur_redd:** This raster is a map of the difference in carbon stored between the future/redd landscape and the current landscape. The values are in Mg per grid cell. In this map some values may be negative and some positive. Positive values indicate sequestered carbon, whereas negative values indicate carbon that was lost.
- **npv_fut/npv_redd:** This file maps the economic value of carbon sequestered between the current and the future/redd landscape dates. The units are in currency per grid cell.

- Data file names should not have spaces (e.g., a raster file should be named 'landuse' rather than 'land use').
- If using ESRI GRID format rasters, their dataset names cannot be longer than 13 characters and the first character cannot be a number. TIFF and IMG rasters do not have the length limitation.
- Spatial data should be projected, and all input data for a given tool should be in the same projection. If your data is not projected InVEST will often give incorrect results.
- While the InVEST 3.0 models are now very memory-efficient, the amount of time that it takes to run the models is still affected by the size of the input datasets. If the area of interest is large and/or uses rasters with small cell size, this will increase both the memory usage and time that it takes to run the model. If they are too large, a memory error will occur. If this happens, try reducing the size of your area of interest, or using coarser-resolution input data.
- For Coastal Protection, results will be calculated on selections in tables and feature classes. If you are setting the model to read layers and tables from your ArcGIS document rather than from the c-drive, make sure to clear any selections unless you wish to run your model on the selection.
- Running the models with the input data files open in another program can cause errors. Ensure that the data files are not in use by another program to prevent data locking.
- Regional and Language options: Some language settings cause errors while running the models. For example settings which use comma (,) for decimals instead of period (.) cause errors in the models. To solve this change the regional settings to English.
- As the models are run, it may be necessary to change values in the input tables. This can happen within ArcGIS or in an external program. Depending on the format of tables used (dbf or mdb is recommended) you will need an appropriate software program to edit tables. To edit tables within ArcGIS, you need to start an edit session (from the editor toolbar) and select the workspace (folder or database) that contains your data. After editing you must save your changes and stop the edit session.
- Some models require specific naming guidelines for data files (e.g., Biodiversity model) and field (column) names, which are defined in the User Guide chapter for each model. Follow these carefully to ensure your dataset is valid.
- Remember to use the sample datasets as a guide to format your data.

LIVELLO 1	LIVELLO 2	LIVELLO 3
1 Superfici artificiali	1.1 Tessuto urbano	111 - Tessuto urbano continuo
		112 - Tessuto urbano discontinuo
	1.2 Unità industriali commerciali e di trasporto	121 - Unità industriali o commerciali
		122 - Reti di strade e binari e territori associati
		123 - Aree portuali
		124 - Aeroporti
	1.3 Miniere, discariche e luoghi di costruzione	131 - Luoghi di estrazioni di minerali
		132 - Discariche
		133 - Luoghi di costruzione
	1.4 aree con vegetazione artificiale	141 - Aree di verde urbano
142 - Strutture di sport e tempo libero		
2 Aree agricole	2.1 Seminativi	211 - Seminativi non irrigati
		212 - Suolo permanentemente irrigato
		213 - Risaie
	2.2 Colture permanenti	221 - Vigneti
		222 - Frutteti e frutti minori
	2.3 Pascoli	223 - Oliveti
		231 - Pascoli
	2.4 Aree agricole eterogenee	241 - Colture annuali associate a colture permanenti
		242 - Coltivazione complessa
		243 - Suoli principalmente occupati dall'agricoltura
244 - Aree di agro-selvicoltura		
3 Foreste e aree semi naturali	3.1 Foreste	311 - Foreste a latifoglie
		312 - Foreste a conifere
		313 - Foreste miste
	3.2 Associazione di vegetazione erbacea e/o arbusti	321 - Prateria naturale
		322 - Lande e brugheria
		323 - Vegetazione sclerofila
		324 - Transizione suolo boscoso/arbusti
	3.3 Spazi aperti con poca o nessuna vegetazione	331 - Spiagge, dune e piani di sabbia
		332 - Roccia nuda
		333 - Aree scarsamente vegetate
334 - Aree bruciate		
3.5 Ghiacciai e nevi perenni	335 - Ghiacciai e nevi perenni	
	4.1 Terre umide interne	411 - Paludi interne
		412 - Torbiere
4.2 Terre umide costiere	421 - Paludi di sale	
	422 - Saline	
	423 - Piani intertidali	
5 Corpi d'acqua	5.1 Acque interne	511 - Corsi d'acqua
		512 - Corpi d'acqua
	5.2 Acque marine	521 - Lagune costiere
		522 - Estuari
		523 - Mare