



Ricerca di Sistema elettrico

Realizzazione di un data base esperto a supporto della gestione di una situazione di crisi - Fase 3

F. Rocchi, L. Moretti

REALIZZAZIONE DI UN DATA BASE ESPERTO A SUPPORTO DELLA GESTIONE DI UNA SITUAZIONE DI CRISI -

FASE 3

F. Rocchi, L. Moretti - ENEA

Settembre 2015

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Annuale di Realizzazione 2014

Area: Produzione di energia elettrica e protezione dell'ambiente

Progetto: Sviluppo competenze scientifiche nel campo della sicurezza nucleare e collaborazione ai programmi internazionali per il nucleare di IV Generazione

Linea: Sviluppo c ompetenze scientifiche nel campo della sicurezza nucleare

Obiettivo: Valutazione degli incidenti e delle loro conseguenze

Responsabile del Progetto: Felice De Rosa, ENEA

Titolo

Realizzazione di un database esperto a supporto della gestione di una situazione di crisi – Fase 3

Descrittori
Tipologia del documento:
Collocazione contrattuale: Accordo di programma ENEA-MSE su sicurezza nucleare e reattori di IV generazione

Argomenti trattati: Reattori Frontalieri, Emergency Preparedness and Response, Database, RASCAL

Sommario

Viene presentata l'attività svolta nella terza annualità dell'Accordo di Programma MISE-ENEA relativa alla realizzazione di un database esperto a supporto della gestione di una situazione di crisi. In questa annualità sono state prodotte 96 mappe di orografia e di rugosità da utilizzare con il codice di trasporto atmosferico e di calcolo di dose alla popolazione US-NRC Rascal per i 12 siti frontalieri di interesse nazionale. Viene in dettaglio esposta la finalità dello studio e le modalità di preparazione delle mappe mediante software GIS.

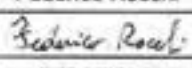
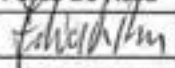
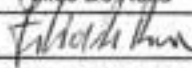
Note:
AUTORI: Federico Rocchi (1), Lorenzo Moretti (2)

(1) ENEA FSN-SICNUC-PSSN

(2) ENEA SSPT-MET-ISPREV

Copia n.

In carico a:

2			NOME			
			FIRMA			
1			NOME			
			FIRMA			
0	EMISSIONE	21/09/2015	NOME	Federico Rocchi	Felice De Rosa	Felice De Rosa
			FIRMA			
REV.	DESCRIZIONE	DATA		REDAZIONE	CONVALIDA	APPROVAZIONE

 Ricerca Sistema Elettrico	Sigla di identificazione ADPFISS-LP1-052	Rev. 0	Distrib. L	Pag. 2	di 22
--	---	------------------	----------------------	------------------	-----------------

Sommario

I. Introduzione	3
II. Mappe orografiche e di rugosità per Rascal	5
III. Produzione delle mappe	12
Bibliografia	22

I. Introduzione

Da alcuni anni ENEA-Bologna sta lavorando alla realizzazione di un database e di una serie di moduli funzionali e di calcolo a supporto dell'analisi rapida delle conseguenze off-site di ipotetici incidenti nucleari severi con rilascio di materie radioattive in atmosfera per gli impianti posti a meno di 200 km di distanza dal confine nazionale [1,2,3,4,5]. In Fig. 1 è mostrata una carta geografica con indicazione della posizione dei 12 siti con gli impianti nucleari transfrontalieri.



Fig.1: Cartina geografica con le posizioni dei 12 siti frontaliери.

Tabella 1: Coordinate siti frontaliери.

Centrale	Coordinate N		Coordinate E		Stato
	Decimale	Sessagesimale	Decimale	Sessagesimale	
Krsko	45.938	45° 56' 18"	15.516	15° 30' 56"	SI
Gundremmingen	48.515	48° 30' 53"	10.402	10° 24' 8"	D
Isar	48.606	48° 30' 18"	12.293	12° 17' 35"	D
Beznau	47.552	47° 33' 7"	8.228	8° 13' 40"	CH
Gosgen	47.365	47° 21' 55"	7.968	7° 58' 4"	CH
Leibstat	47.601	47° 36' 36"	8.183	8° 10' 59"	CH
Muehleberg	46.969	46° 58' 8"	7.268	5° 16' 16"	CH
Bugey	45.798	45° 47' 53"	5.271	5° 16' 16"	F
Cruas	44.633	44° 37' 59"	4.757	4° 45' 25"	F
Tricastin	44.330	44° 19' 48"	4.732	4° 43' 55"	F
St. Alban	45.405	44° 19' 48"	4.755	4° 45' 18"	F
Fessenheim	47.903	47° 54' 11"	7.563	7° 33' 47"	F

In Tabella 1 sono riportate le coordinate posizionali dei 12 siti frontalieri.

La struttura del database e dei relativi moduli di interfaccia e calcolo è stata pensata avendo in mente la logica del percorso di computo necessario alla stima rapida delle conseguenze off-site (dose alla popolazione) mostrato in Fig. 2.

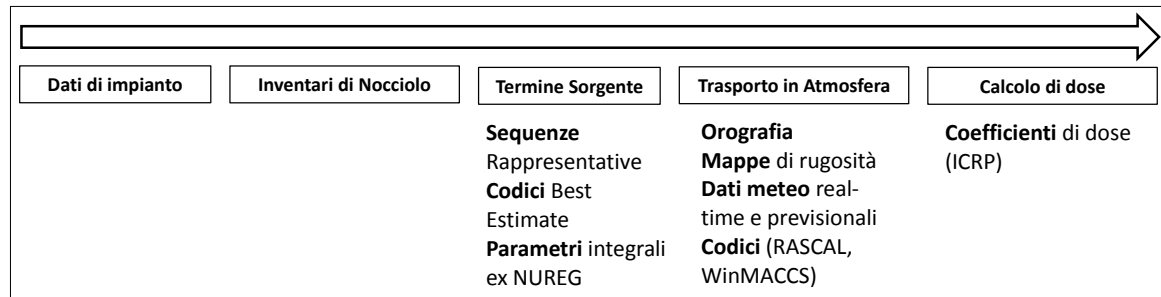


Fig. 2: Diagramma della logica di calcolo per le conseguenze off-site.

Si compone di 5 macroblocchi:

- 1) Dati di Impianto
- 2) Inventari di Nocciolo
- 3) Termine Sorgente (ST)
- 4) Trasporto in Atmosfera
- 5) Calcolo di Dose

Di tali macroblocchi, il numero 1) ed il numero 2) sono già stati approntati, mentre i rimanenti tre sono in fase di completamento. In particolare, per quanto riguarda il macroblocco 3), esso si compone a sua volta di tre sottoblocchi:

- 3.1) Raccolta di sequenze incidentali rappresentative,
- 3.2) Interfacce input/output a codici lenti di tipo “Best Estimate”,
- 3.3) Sottoinsieme di parametri per il calcolo rapido del ST a partire dagli inventari di nocciolo.

Di questi tre sottoblocchi, solo il 3.3) è già pronto.

Il macroblocco 4) è costituito da 4 sottoblocchi:

- 4.1) Mappe orografiche dei siti frontalieri,
- 4.2) Mappe di rugosità dei siti frontalieri,
- 4.3) Codice per il popolamento dei file di dati meteorologici,
- 4.4) Interfacce a codici fast-running (Rascal) o di altro tipo (WinMACCS)

Di questi sottoblocchi, il 4.3) è completato, ed il 4.4) solo parzialmente.

Oggetto di questa fase del progetto e del presente rapporto è la creazione delle mappe orografiche e di rugosità per popolare i sottoblocchi 4.1) e 4.2).

Infine il quinto macroblocco è incorporato nelle funzionalità del codice fast-running US-NRC Rascal ed al momento non sono previsti moduli funzionali specifici realizzati da ENEA. In funzione ed in ragione di ciò, le mappe necessarie ai sottoblocchi 4.1) e 4.2) sono state realizzate, come dettagliato nel seguito, nei formati necessari al loro utilizzo per il codice Rascal.

 Ricerca Sistema Elettrico	Sigla di identificazione ADPFISS-LP1-052	Rev. 0	Distrib. L	Pag. di 5 22
--	---	------------------	----------------------	------------------------

II. Mappe orografiche e di rugosità per Rascal

Necessari al corretto calcolo di trasporto atmosferico, oltre ai dati meteorologici idonei, sono le mappe orografiche e di rugosità di ogni sito in esame. L'orografia è ovviamente fondamentale al calcolo del campo dei venti in funzione dei dati meteorologici disponibili nel punto delle centraline di rilevamento; la rugosità è necessaria a stimare la deposizione di materiale radioattivo al suolo e, di conseguenza, anche il depauperamento del contenuto di radioattività nella nube trasportata in atmosfera.

Ricordiamo che per orografia si intende qua la distribuzione dell'altezza del suolo in un dato dominio attorno ad un dato impianto, rispetto al livello del mare, misurata in metri.

Per rugosità si intende invece la distribuzione «fine», in analogia alla definizione usata in meccanica, dell'altezza del suolo attorno ad un suo valor medio.

Il calcolo di trasporto atmosferico e di dose è effettuato da Rascal su 4 possibili griglie bidimensionali, centrate sul sito di interesse, di differente ampiezza:

- griglia fine: 32x32 km; passo della griglia: 1.45 km;
- griglia intermedia: 80x80 km; passo della griglia: 3.63 km;
- griglia larga: 160x160 km; passo della griglia: 7.27 km;
- griglia massima: 320x320 km; passo della griglia: 14.5 km;

Ogni griglia è dunque una matrice 22x22 che nell'elemento ij contiene il dato medio di altezza e di rugosità per la cella geografica ij . Il codice infatti restituisce i valori medi di dose in ognuna delle $22 \times 22 = 484$ celle elementari di calcolo di ogni griglia. Ogni mappa risulta quindi essere una sorta di rasterizzazione dei valori delle grandezze fisiche in esame estratti da mappe a risoluzione più alta.

E' stato realizzato un primo tentativo di generazione manuale di mappe di orografia e rugosità per il sito di Fukushima, al fine di verificare l'operatività e l'efficacia dell'approccio mediante la loro importazione ed utilizzo nel codice Rascal.



ENEA Ricerca Sistema Elettrico	Sigla di identificazione ADPFIS-LP1-052	Rev. 0	Distrib. L	Pag. di 6 22
---------------------------------------	---	-----------	---------------	-----------------

Fig. 3: Mappa orografica del sito di Fukushima generata manualmente e visualizzata da Rascal.

La generazione è consistita nell'esame visivo delle mappe di Google Earth ed estrazione manuale, cella per cella, dei presunti valori medi di altezza rispetto al livello del mare; per la rugosità si è invece proceduto al reperimento di dati di letteratura. L'approccio ha prodotto risultati interessanti ed incoraggianti, tuttavia il processo di creazione manuale delle mappe risulta estremamente lento ed impegnativo; inoltre è innegabile la possibilità di introduzione di errori dovuti all'inevitabile imprecisione umana. Per valutare quanto possano impattare gli errori umani nella generazione delle mappe, è stato generato un analogo set di mappe per il sito di Fukushima ricorrendo però all'utilizzo di software GIS [8] e di mappe di partenza digitali, secondo le procedure dettagliate nel seguito. In Fig. 4 è mostrato un confronto tra le mappe ottenute manualmente e per via informatica.

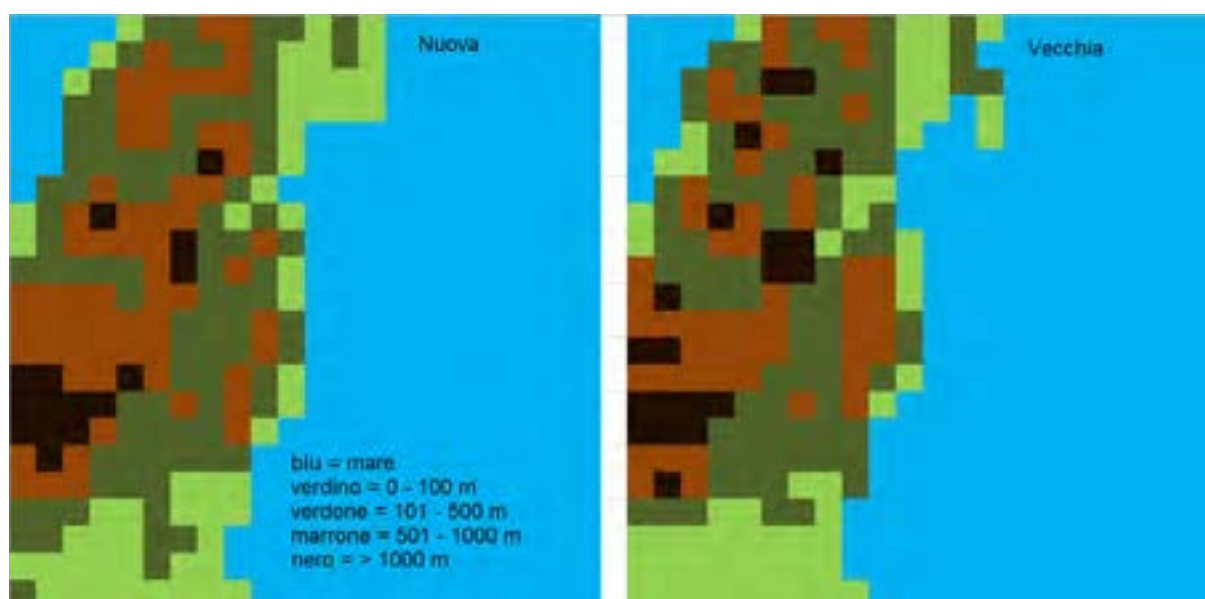


Fig. 4: Confronto tra la mappa generata manualmente ("Vecchia") e quella generata automaticamente ("Nuova"), visualizzate da Rascal.

Si può a prima vista notare una generale somiglianza tra le due mappe; tuttavia, specie nella zona centrale, sono identificabili alcune differenze.

Nelle figure 5, 6, 7 e 8 sono mostrate, sovrapposte alla mappa geografica digitale originale ad alta risoluzione, le quattro mappe raster richieste da Rascal.

Il vantaggio nella generazione automatica dei dati orografici mediante software GIS a partire da dati digitali ad alta risoluzione consiste nella minimizzazione degli errori e nella minimizzazione dei tempi di generazione (fattore circa 10 in meno rispetto alla generazione manuale).

Per i dati di rugosità l'approccio deve essere evidentemente diverso, non essendo disponibili mappe digitali ad alta risoluzione con i dati di rugosità stessi. Si è deciso allora di ricorrere a correlazioni semiempiriche che consentono di trasformare i dati che indicano il tipo di occupazione del suolo in valori di rugosità. Ad esempio, la Tabella 2 mostra una possibile modalità di conversione [6] dei codici delle mappe digitali Corine Land Cover Classes (CLC Codes) [7] in valori di rugosità in metri. La conversione dovrà avvenire effettuando opportune medie dei valori di rugosità, ricavati a partire dai coefficienti di occupazione del suolo, pesati sulle aree. In termini matematici sarà:



Fig. 5: Mappa generata automaticamente (griglia fine).

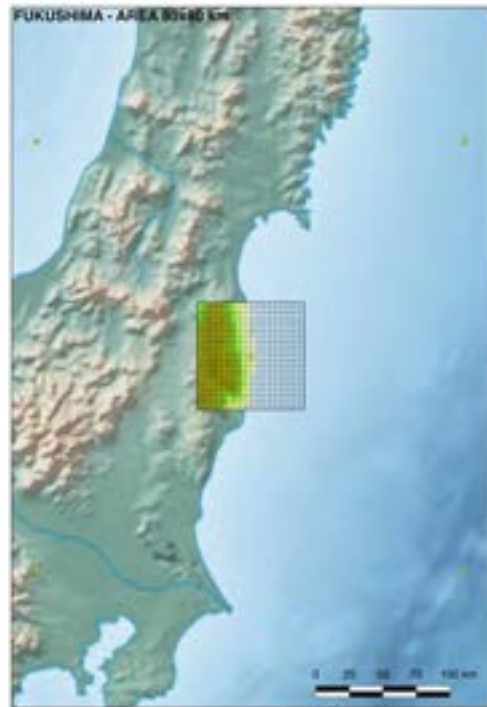


Fig. 6: Mappa generata automaticamente (griglia intermedia).

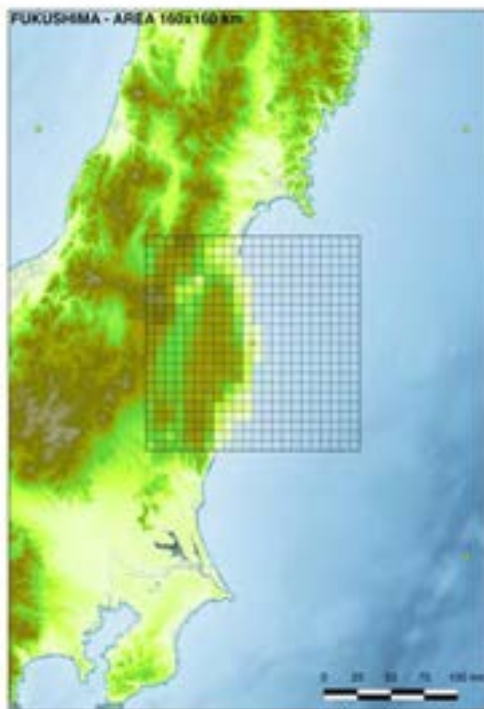


Fig. 7: Mappa generata automaticamente (griglia larga).

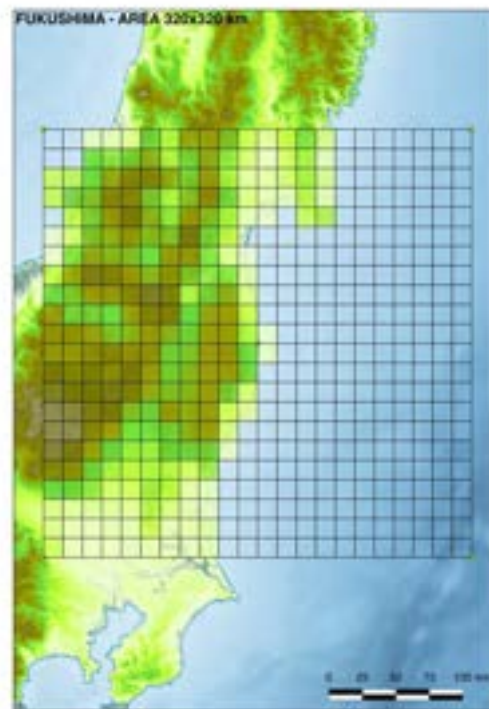


Fig. 8: Mappa generata automaticamente (griglia massima).

Tabella 2: Corrispondenza codici Corine Land Cover (CLC) con la Rugosità.

CLC Codes	Descrizione	Range di rugosità [m]	Valore più probabile [m]
111	Terreno urbanizzato con continuità	1.1 – 1.3	1.2
311, 312, 313	Foreste con alberi a foglia larga, foreste di conifere e foreste miste	0.6 – 1.2	0.75
141, 324, 334	Aree urbane con zone verdi, aree incendiate	0.5 – 0.6	0.6
112, 133, 121, 142, 123	Terreno urbanizzato con discontinuità, siti in costruzione, unità commerciali o industriali, porti, strutture sportive	0.3 – 0.5	0.5
242, 243, 244	Aree agroforestali, coltivazioni agricole, vegetazione	0.1 – 0.5	0.3
241, 221, 222, 223	Alberi da frutta, vigneti, oliveti	0.1 – 0.3	0.1
122	Strade e ferrovie	0.05 – 0.1	0.075
211, 212, 213, 411, 421	Terreno arabile non irrigato, campi di riso, terreni irrigati, paludi	-	0.05
321, 322, 323, 231	Paludi e pascoli	0.03 – 0.1	0.03
131, 132, 124, 332, 333	Discariche, miniere, aeroporti, aree con vegetazione sparsa	-	0.005
335	Zone innevate e ghiacciai	-	0.001
422, 412, 423	Saline	-	0.0005
331	Spiagge, dune, zone desertiche	-	0.0003
511, 512, 523, 522, 521	Zone d'acqua, fiumi, mari, oceani	-	0

$$R_{ij} = \frac{1}{|A_{ij}|} \int_{A_{ij}} R(CLC) dA = \frac{1}{|A_{ij}|} \sum_{m=1}^N R(CLC_m) |A_m|$$

$$\sum_{m=1}^N |A_m| = |A_{ij}|$$

$$\bigcup_{m=1}^N A_m = A_{ij}$$

$$A_m \cap A_n = \{\emptyset\} \quad \forall m, n \in \{1, \dots, N\}$$

essendo CLC_m la terna di interi di occupazione della porzione m-esima di suolo di cui è costituita la cella ij di Rascal. Ovviamente la risoluzione spaziale della mappa raster dei valori di occupazione del suolo dovrà essere maggiore di quella richiesta alle mappe di Rascal.



Fig. 9: Mappa raster del Corine Land Cover 2006.

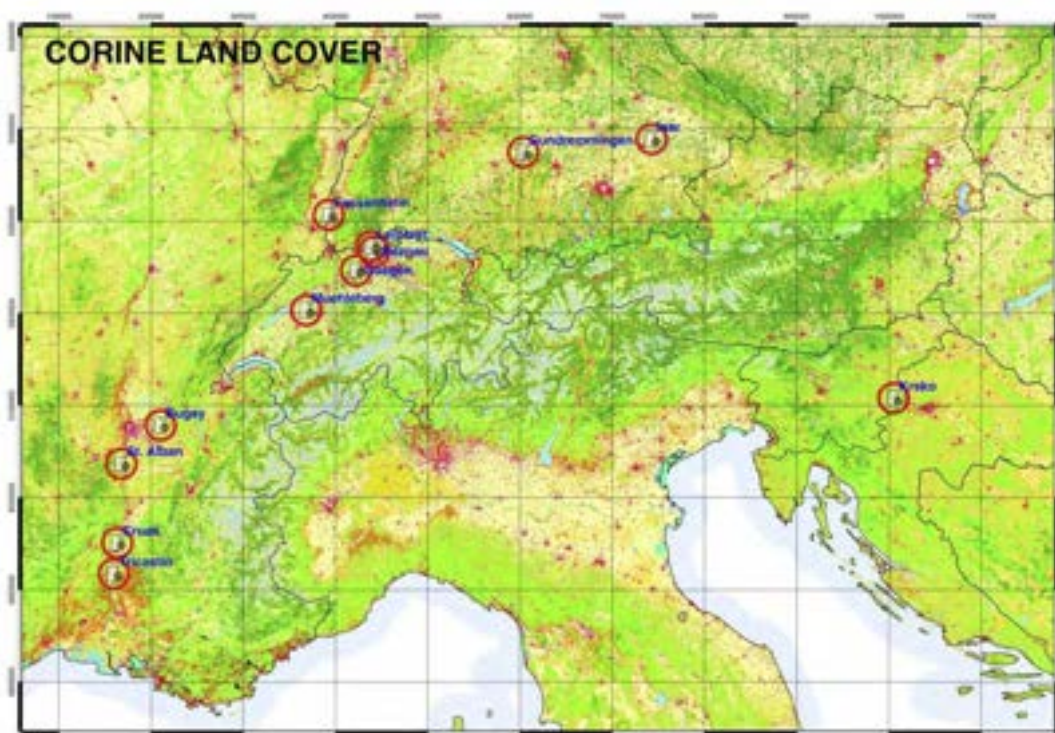


Fig. 10: Ingrandimento della mappa di Fig. 9 per la zona di interesse del presente rapporto.

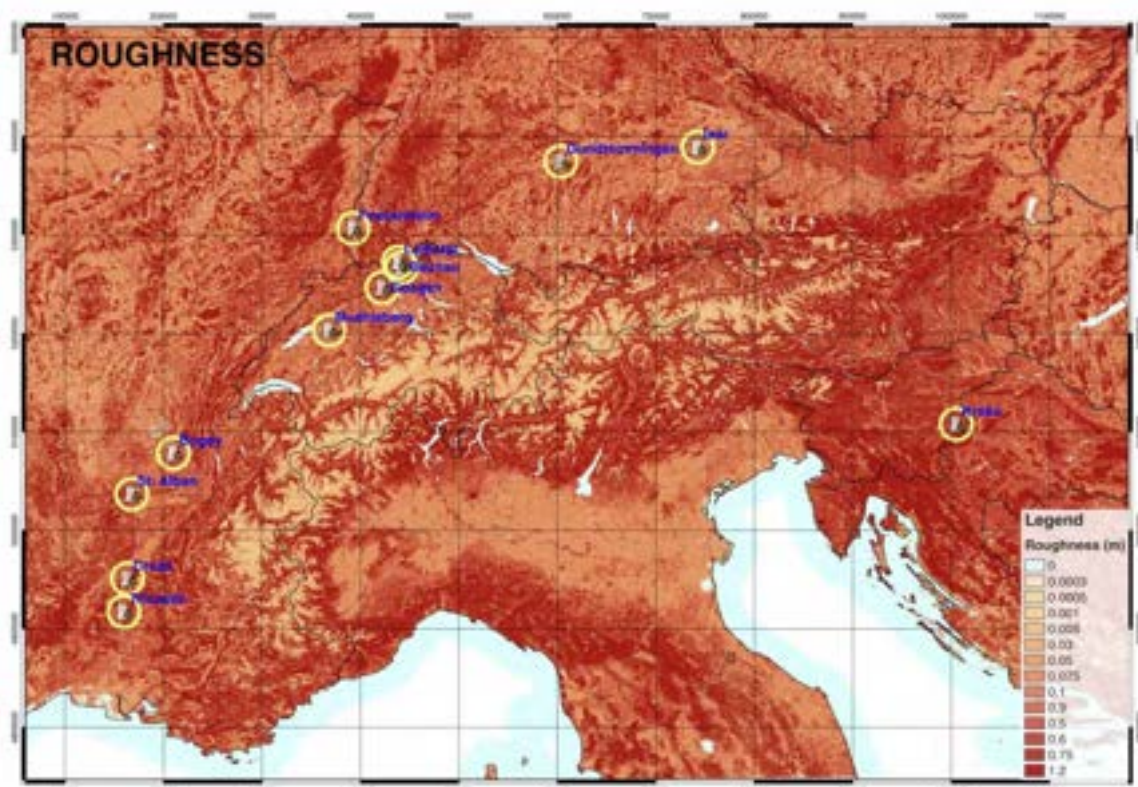


Fig. 13: Mappa di Rugosità per l'intera area di studio.

La mappa della Rugosità ha una sua legenda con 14 valori correlati ai 44 del Corine Land Cover. I valori inseriti sono i valori più probabili presi dal range previsto per quella determinata area.

Tutte le mappe di partenza hanno una risoluzione molto alta: ogni pixel corrisponde a circa 100x100 m permettendo un'analisi accurata per le varie griglie di studio di ogni centrale.

Lo studio si è inoltre basato anche sull'orografia del terreno e nella Fig.14 viene riportato il DEM (Digital Elevation Model) per l'area interessata [9].

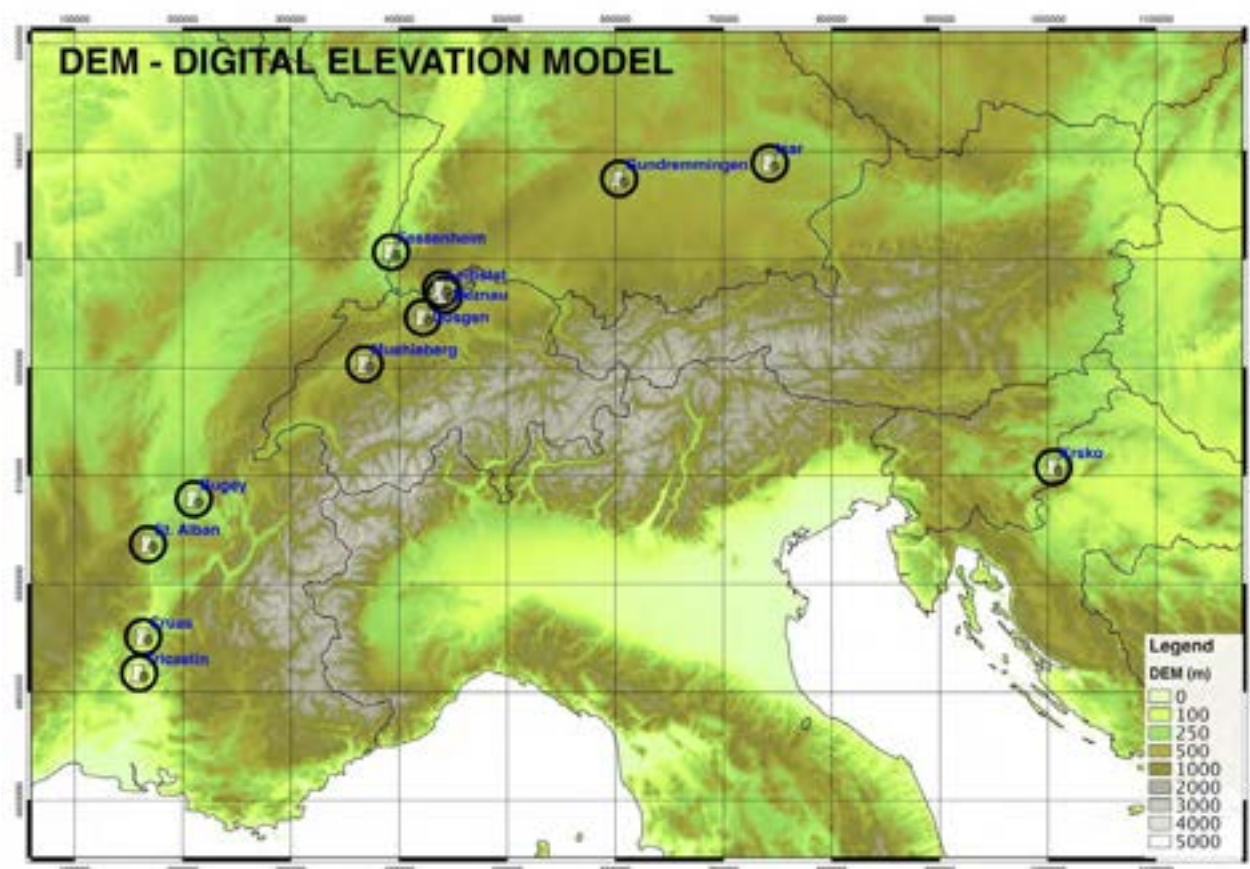


Fig. 14: Mappa altimetrica dell'area di studio.

III. Produzione delle mappe

L'elaborazione dei dati è stata interamente realizzata con un sistema GIS. Il GIS con i suoi potenti tool di analisi spaziale ha permesso una rapida analisi dei dati a differenti risoluzioni. Le basi di partenza sono state le mappe orografiche (Fig.14), del Corine Land Cover del 2006 (Fig.10) e della Rugosità opportunamente rielaborate (Fig.13). Tenendo conto della risoluzione molto alta di queste mappe di partenza, circa 100x100 m a pixel, tutte le successive mappe sono state create con un alto grado di precisione, dall'area più grande di 320x320 km intorno ad ogni centrale, fino a quella più piccola di 32x32 km, tutte con una griglia di 22x22 quadrati. La risoluzione finale di ogni "quadrato" di queste nuove mappe varia dai 14545x14545 m ai 1454x1454 m a pixel, quindi molto più bassa delle basi di partenza. Tutte le mappe sono state inoltre "riproiettate" ad una delle proiezioni geografiche più usate in Italia, la UTM Zona 32 Nord (Universal Transverse of Mercator), conosciuta anche come UTM32N, con ellissoide WGS84 [10].

In questa sezione sono state inserite, a titolo di esempio, le elaborazioni per i siti di Krsko in Slovenia e Gundremmingen in Germania, con tutte le mappe realizzate per le 4 differenti aree intorno ad ogni sito, 32, 80, 160 e 320 km, e per le diverse tipologie di dati, orografia e rugosità (Fig.15a e successive).

SITO 1 – KRSKO (SI)

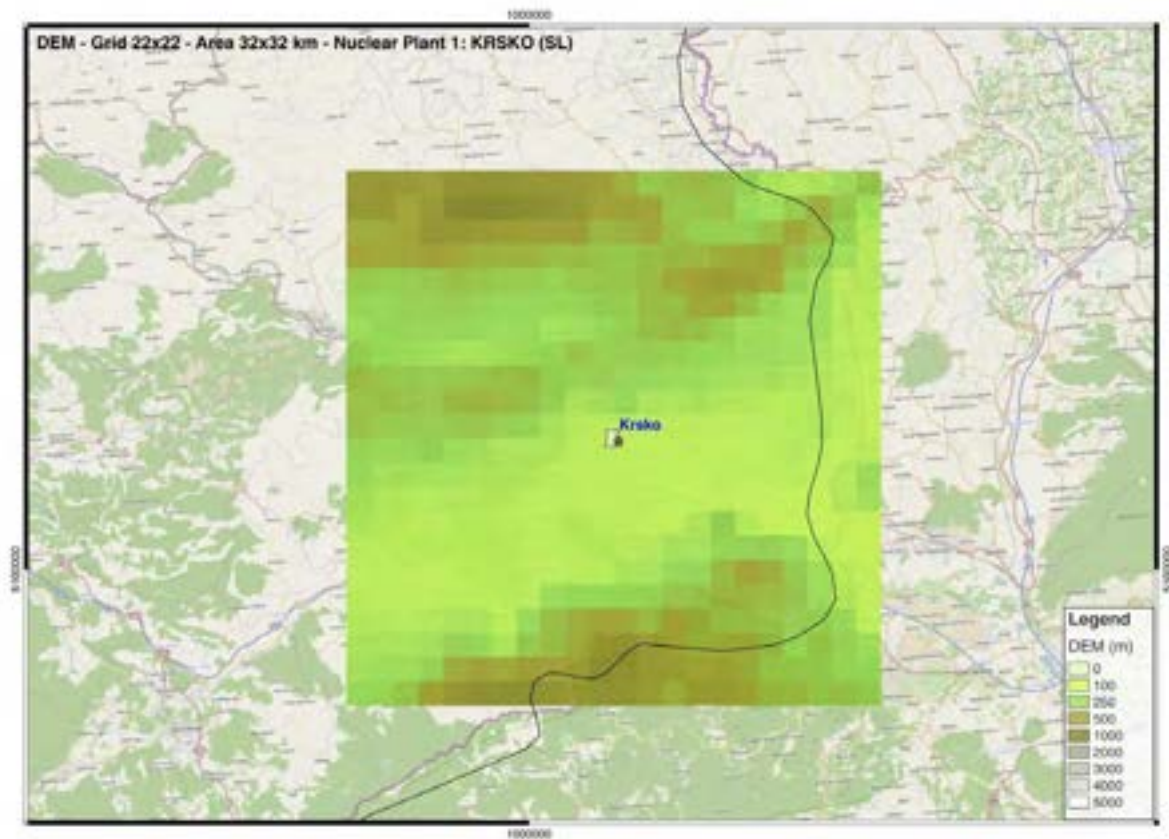


Fig. 15a: DEM griglia 22x22 – area 32x32km – Krsko (SI).

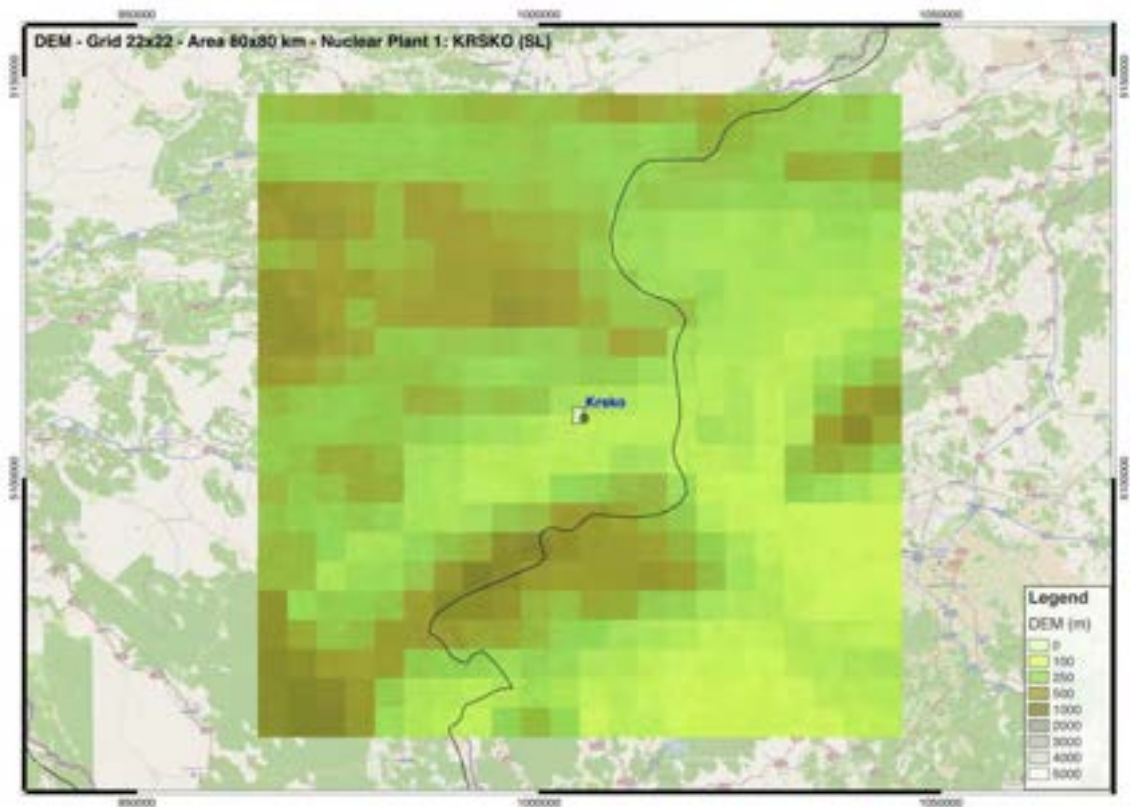


Fig. 15b: DEM griglia 22x22 – area 80x80km – Krsko (SI).

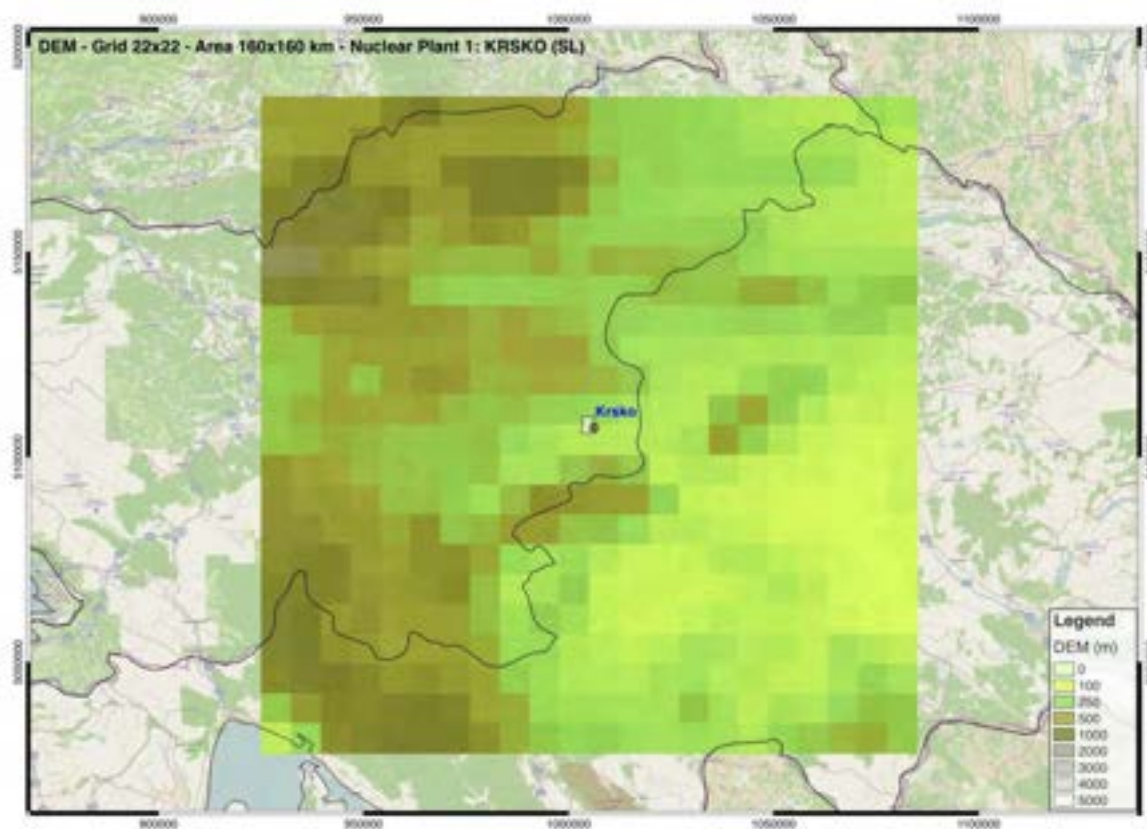


Fig. 15c: DEM griglia 22x22 – area 160x160km – Krsko (SI).

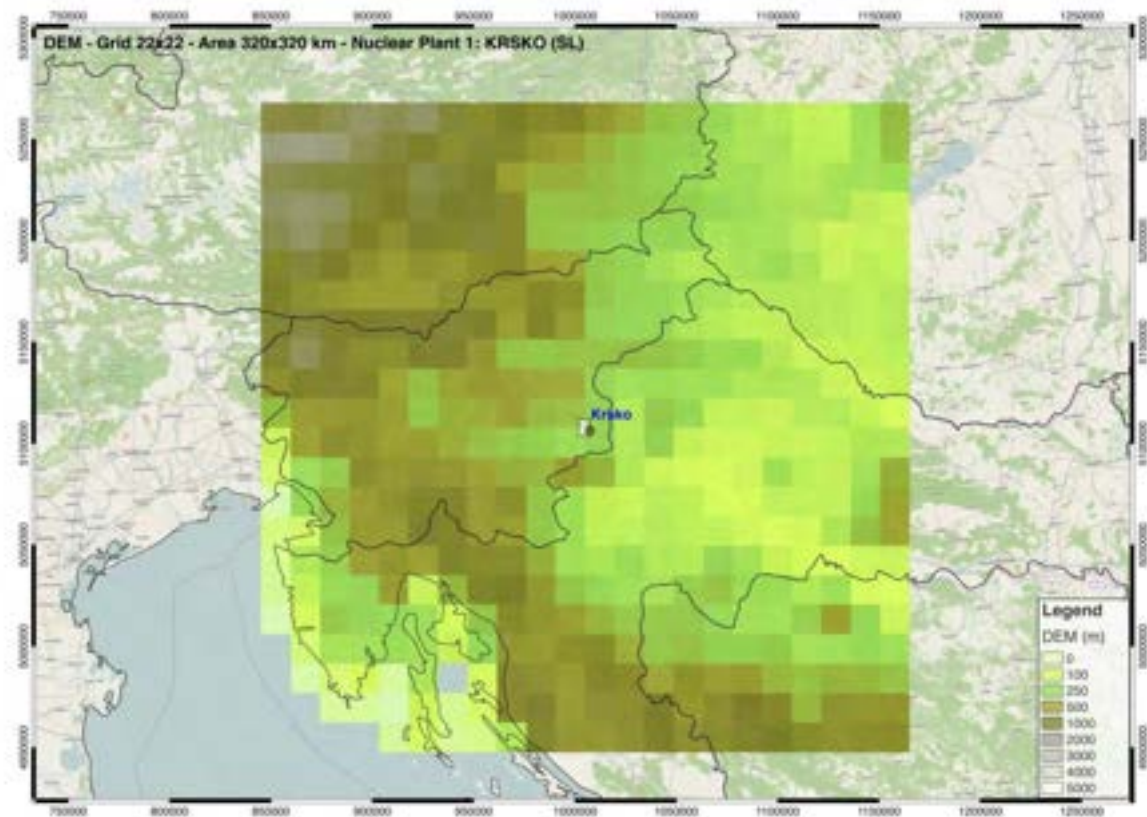


Fig. 15d: DEM griglia 22x22 – area 320x320km – Krsko (SI).

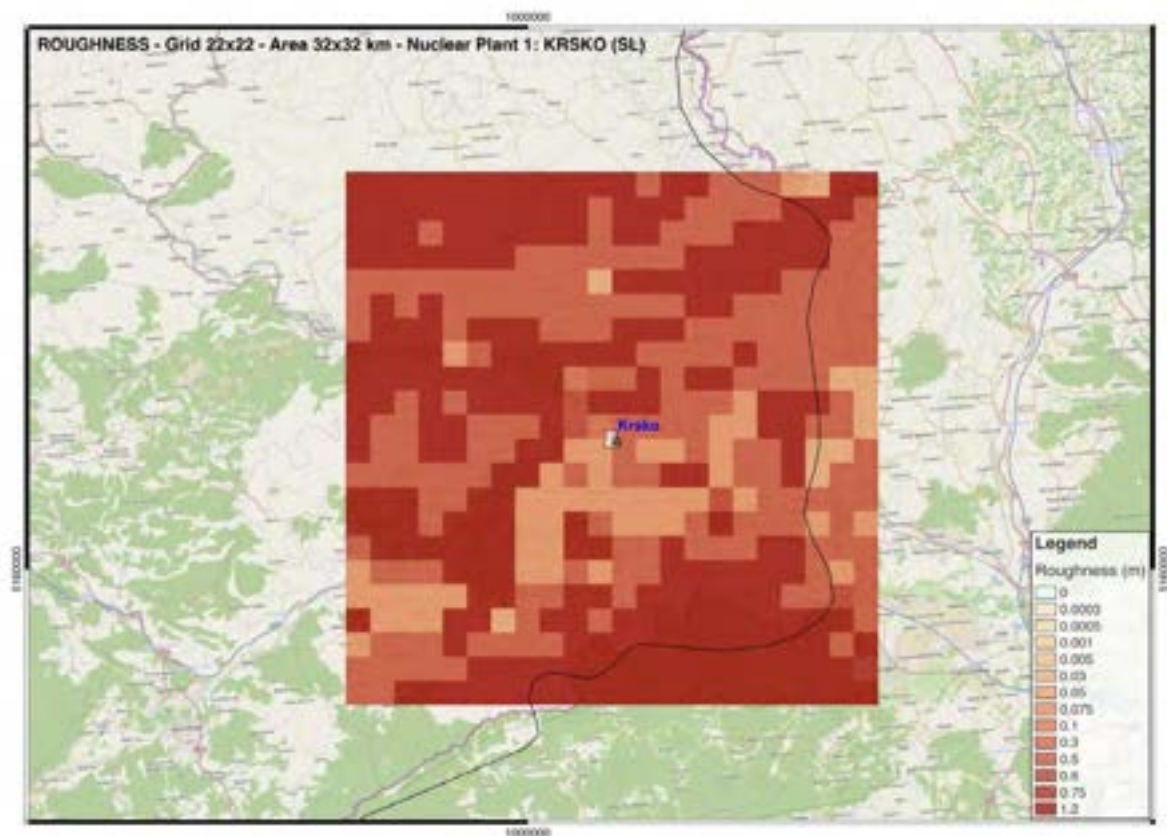


Fig. 16a: Rugosità griglia 22x22 – area 32x32km – Krsko (SI).

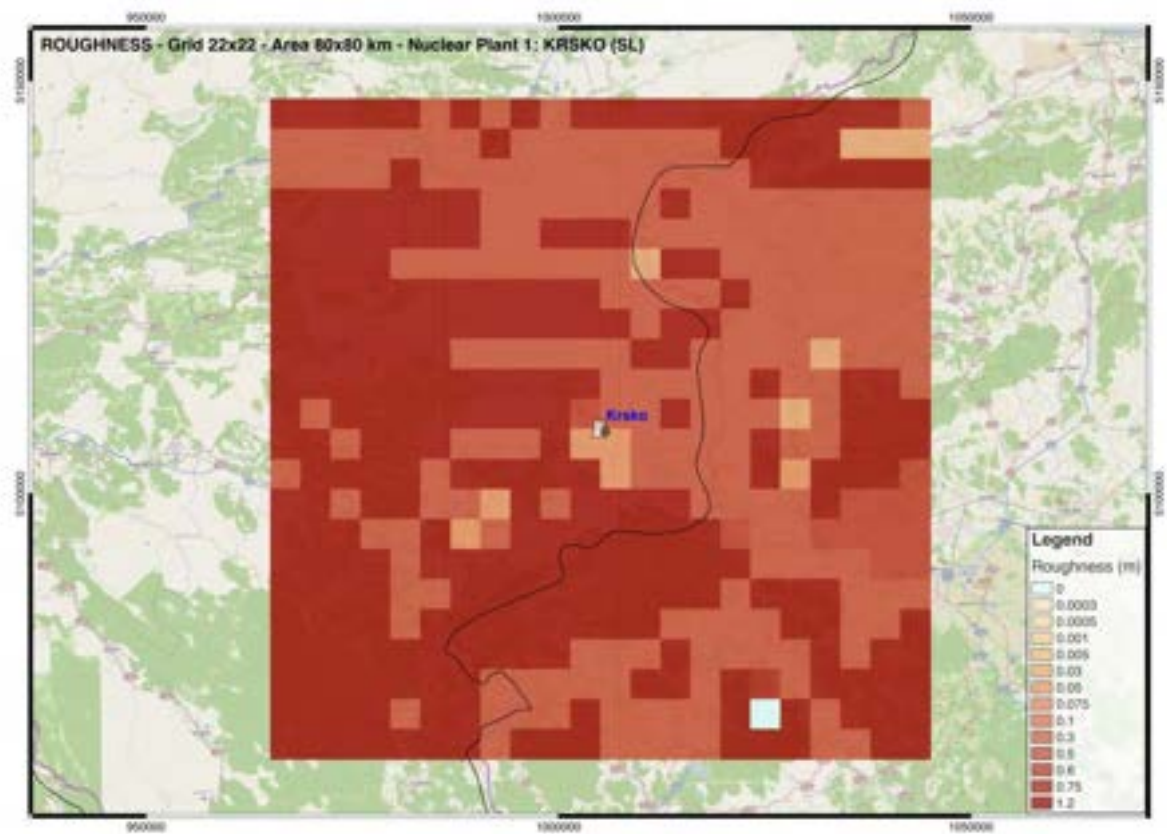


Fig. 16b: Rugosità griglia 22x22 – area 80x80km – Krsko (SI).

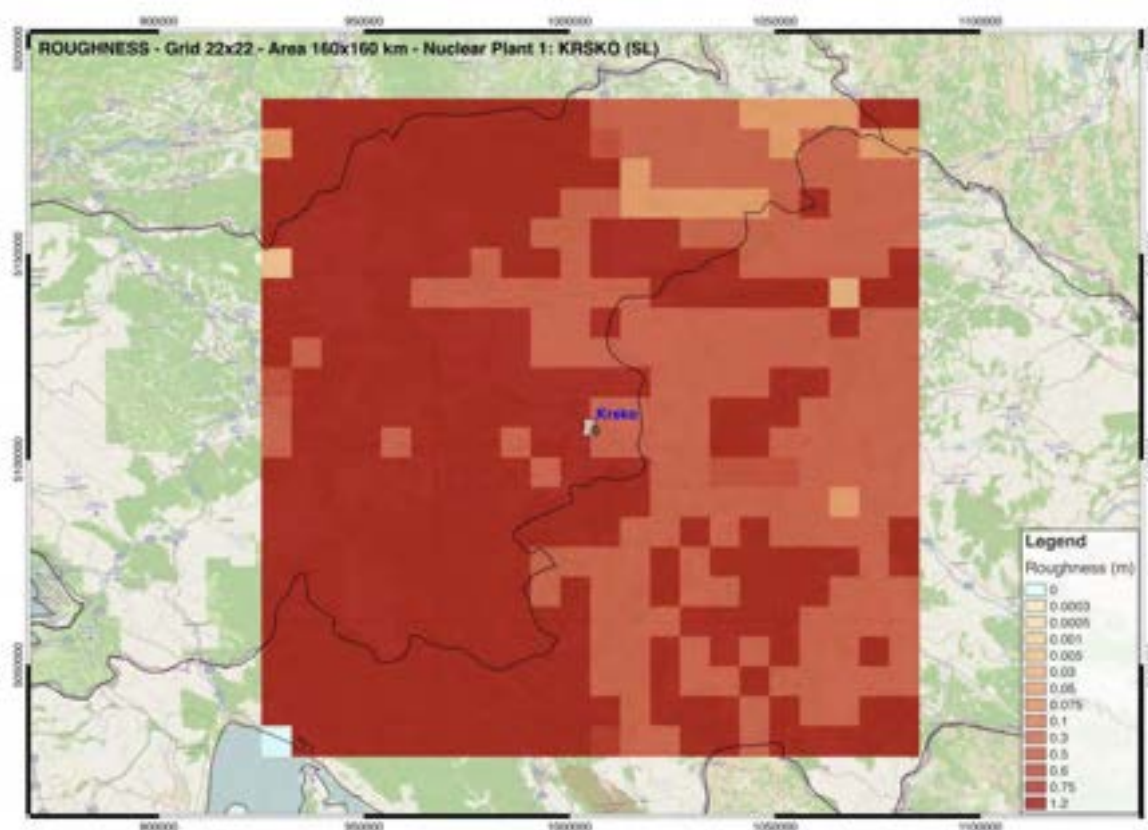


Fig. 16c: Rugosità griglia 22x22 – area 160x160km – Krsko (SI).

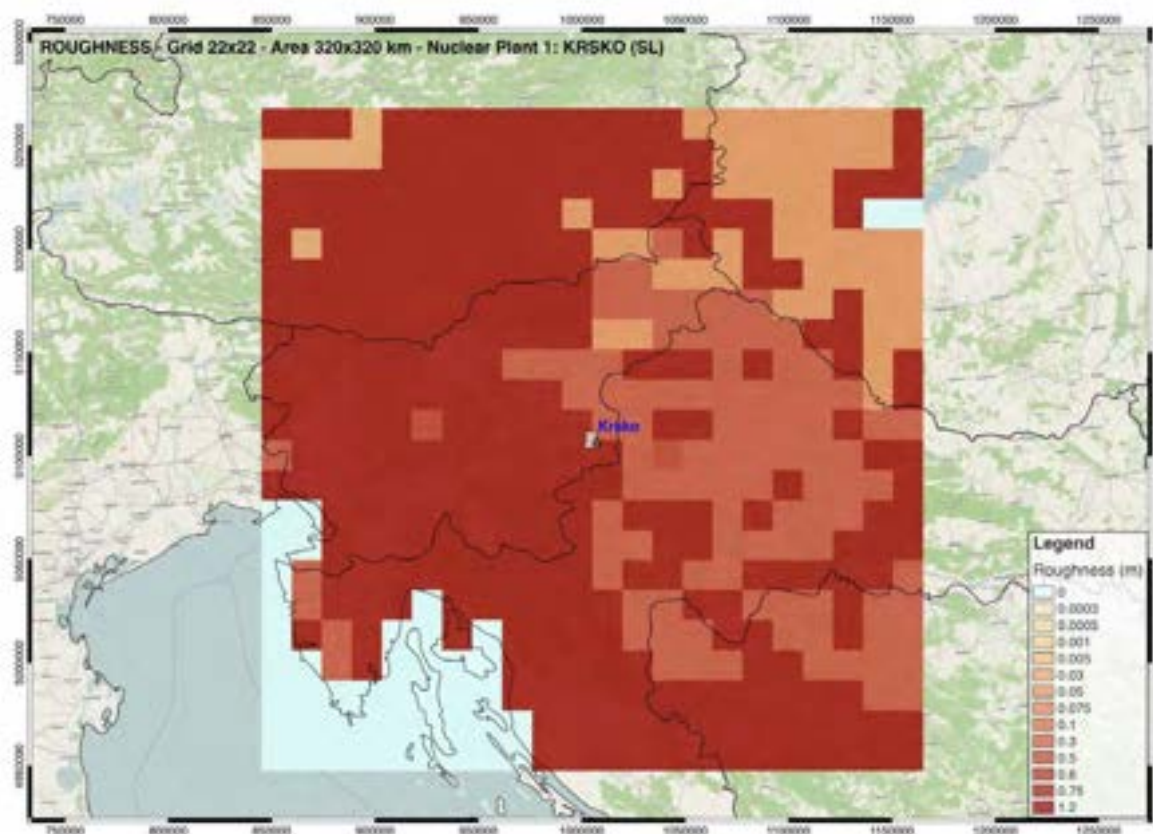


Fig. 16d: Rugosità griglia 22x22 – area 320x320km – Krsko (SI).

 Ricerca Sistema Elettrico	Sigla di identificazione ADPFISS-LP1-052	Rev. 0	Distrib. L	Pag. di 17 22
--	---	-------------------------	-----------------------------	--------------------------------

SITO 2 – GUNDREMMINGEN (D)

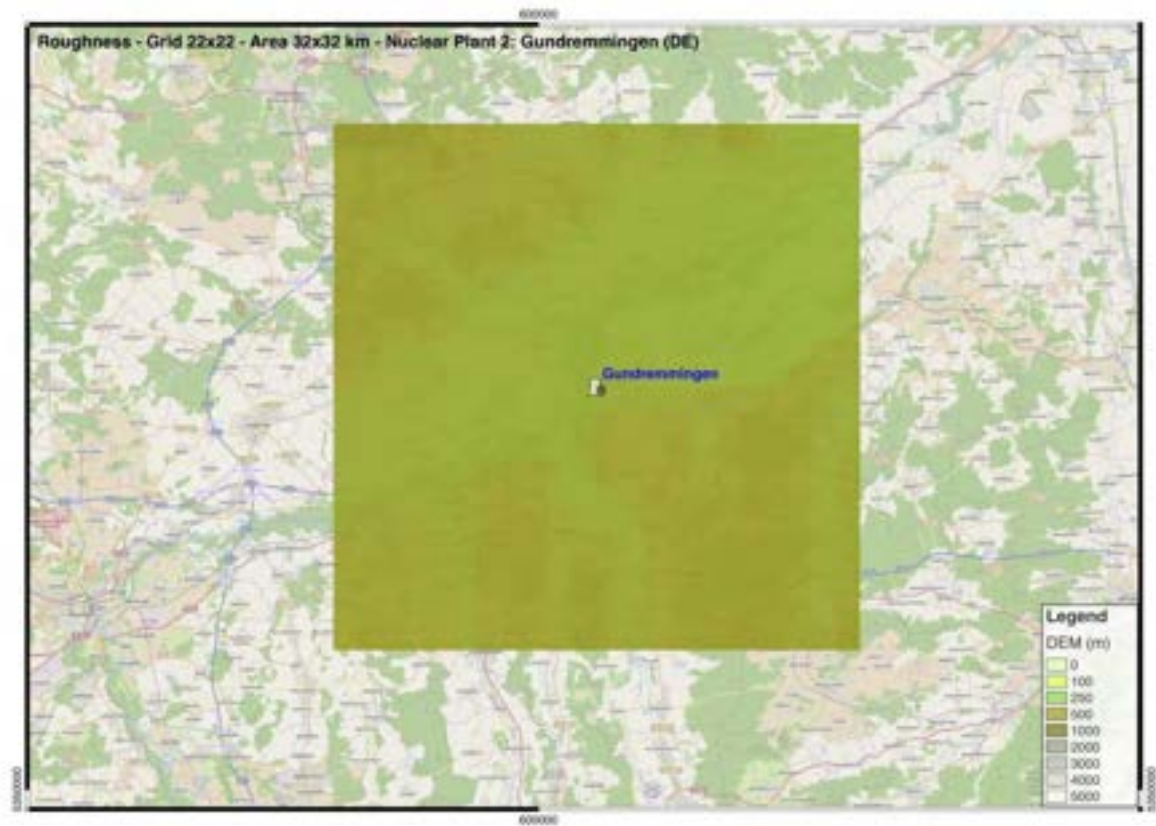


Fig. 17a: DEM griglia 22x22 – area 32x32km – Gundremmingen (D).



Fig. 17b: DEM griglia 22x22 – area 80x80km – Gundremmingen (D).

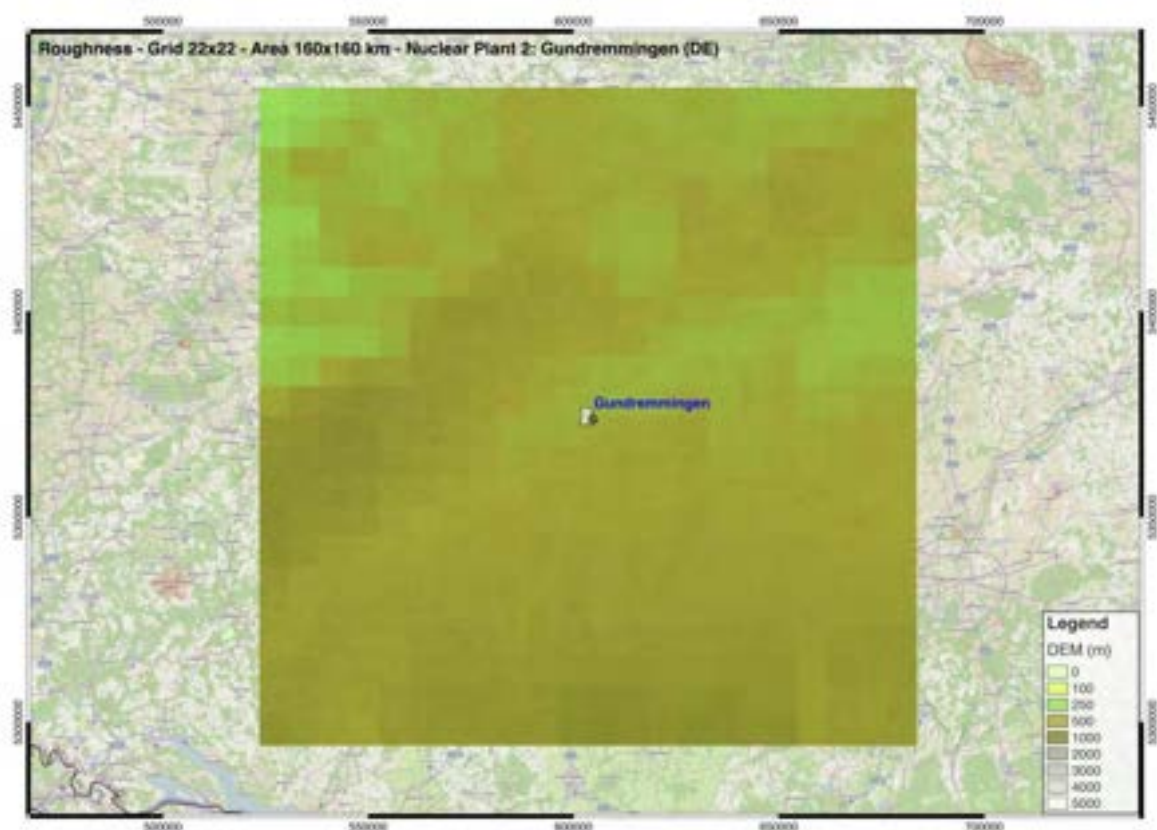


Fig. 17c: DEM griglia 22x22 – area 160x160km – Gundremmingen (D).

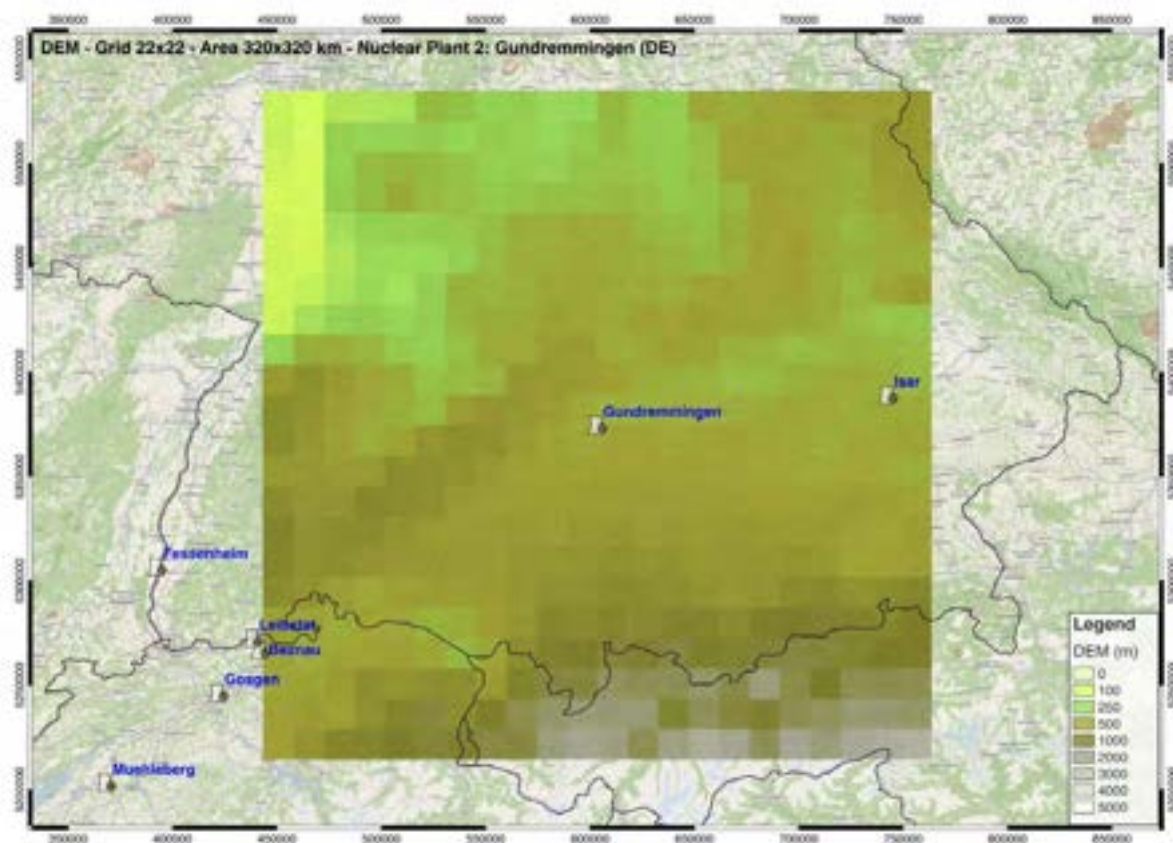


Fig. 17d: DEM griglia 22x22 – area 320x320km – Gundremmingen (D).

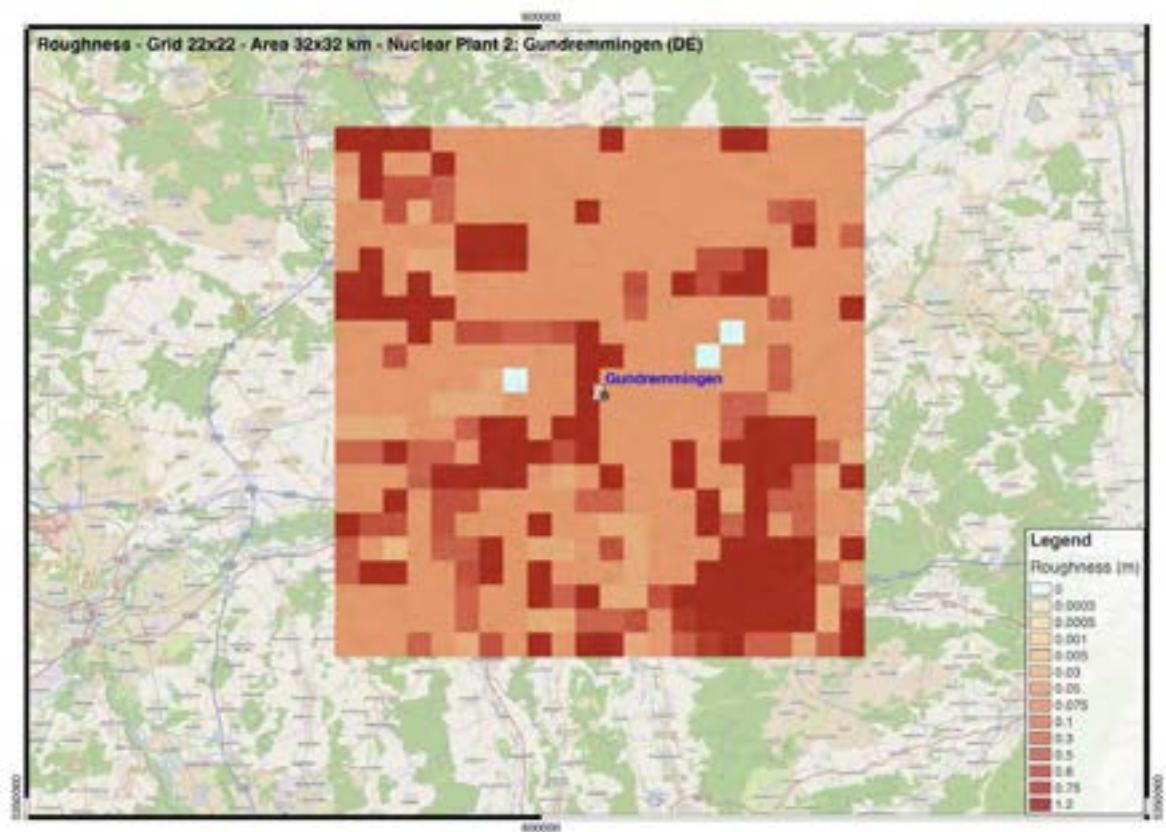


Fig. 18a: Rugosità griglia 22x22 – area 32x32km – Gundremmingen (D).

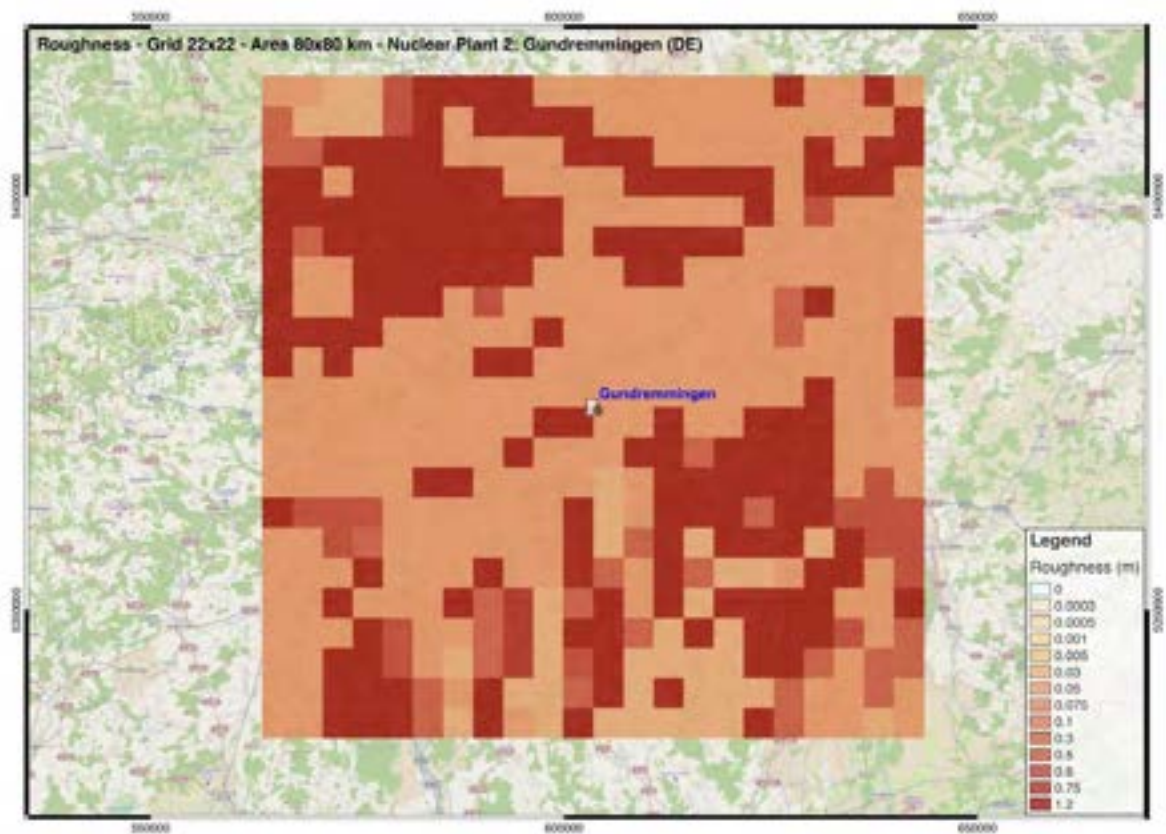


Fig. 18b: Rugosità griglia 22x22 – area 80x80km – Gundremmingen (D).

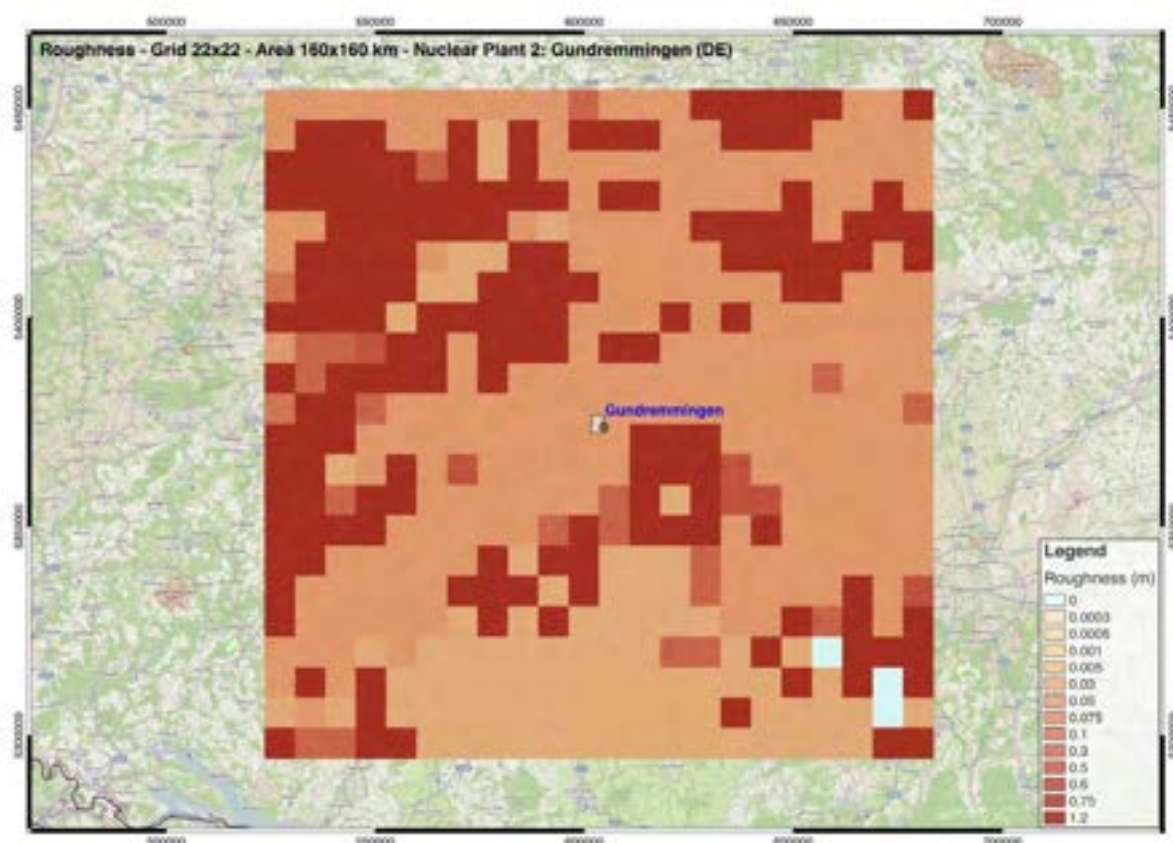


Fig. 18c: Rugosità griglia 22x22 – area 160x160km – Gundremmingen (D).

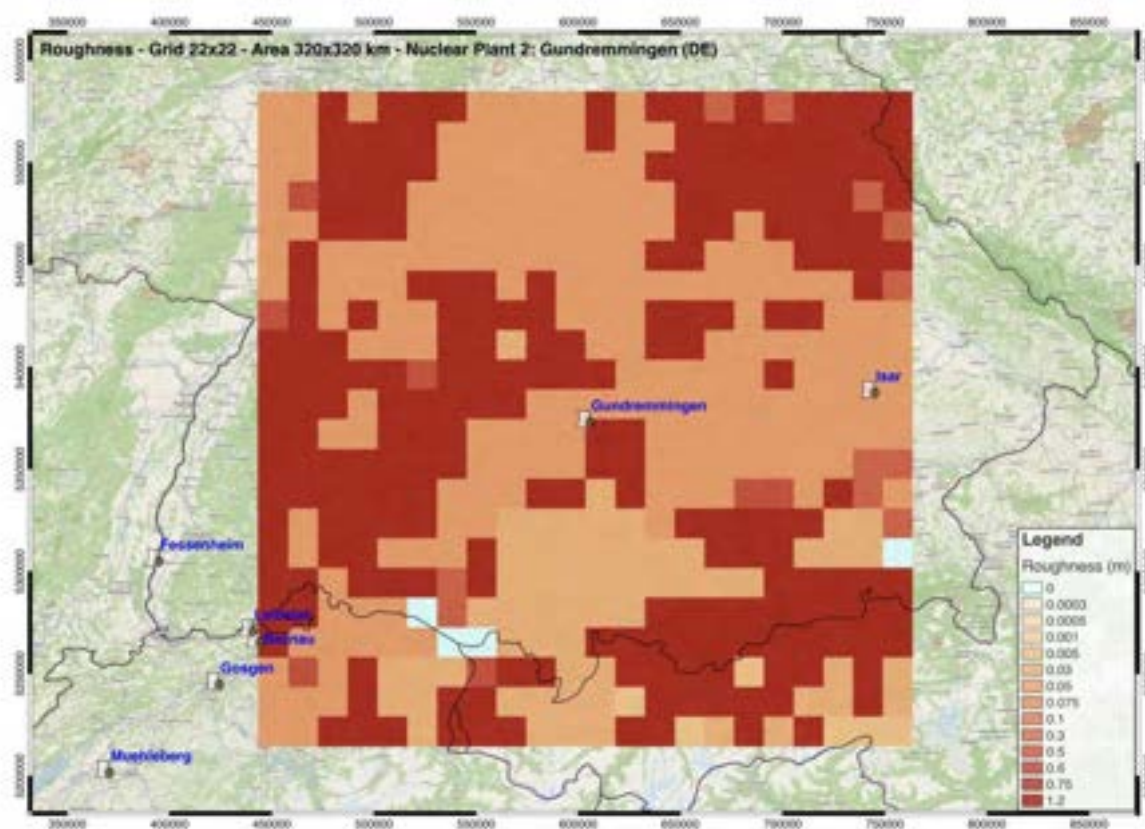


Fig. 18d: Rugosità griglia 22x22 – area 320x320km – Gundremmingen (D).

 Ricerca Sistema Elettrico	Sigla di identificazione		Rev.	Distrib.	Pag.	di
	ADPFISS-LP1-052		0	L	21	22

Si riportano, infine, sempre a titolo di esempio, gli estratti da due file di output che illustrano la struttura dei dati delle mappe per Rascal relative all'orografia (320x320 km) ed alla rugosità (32x32 km) attorno al sito di Krsko.

```
ncols      22
nrows      22
xllcorner  845076.0860000000010
yllcorner  4947840.877999999560
cellsize   14545.454545454540
NODATA_value -32768
1370 1307 1468 1671 1515 1670 1254 805 1021 833 916 672 463 351 320 257 194 171 141 146 222 383
1858 1899 1821 1514 1296 1055 794 1217 873 673 567 415 353 298 279 229 187 195 154 153 218 347
1493 1381 1312 1205 1105 1417 1237 1052 531 426 430 382 327 286 255 214 221 187 159 199 204 225
1664 1719 1634 1225 1038 1306 1087 1162 833 349 346 356 331 309 287 246 222 192 186 198 135 118
1498 1690 1384 959 752 1096 870 1238 840 348 316 289 265 263 263 198 211 199 164 111 128 132
868 1287 1032 719 576 707 607 780 841 511 484 310 264 209 177 184 199 232 186 121 150 146
994 737 616 575 542 577 726 681 619 822 718 317 270 246 225 193 166 181 166 158 154 162
1207 1303 1121 1091 1167 1127 1161 949 577 866 586 279 255 247 190 164 148 136 169 157 144 162
1164 1546 1157 743 720 1060 1027 647 362 332 351 347 361 342 297 232 238 166 124 125 132 155
737 944 950 878 468 366 481 592 555 469 458 271 218 230 216 221 183 189 184 124 113 127
360 611 655 661 547 318 437 445 547 384 370 292 177 303 255 145 134 127 162 180 134 106
120 515 812 692 491 553 445 371 326 289 227 272 171 279 132 109 117 133 124 147 183 171
74 234 307 744 659 730 642 482 421 392 575 411 182 123 103 100 112 210 155 135 211 417
-2 235 413 574 733 890 908 610 719 312 226 137 118 156 142 99 99 138 138 135 239 475
52 79 346 626 608 1138 846 599 532 311 225 139 155 163 143 144 109 95 106 182 348 470
38 185 302 586 650 515 895 802 785 421 211 189 237 174 162 264 212 127 99 97 118 122
30 139 239 271 571 121 399 918 1013 599 315 258 224 195 292 348 230 231 180 216 107 91
0 103 311 268 235 218 107 332 808 679 569 392 322 313 326 257 212 215 302 503 262 120
-32768 63 191 208 225 202 127 250 638 591 750 773 432 329 375 293 291 310 203 225 248 225
-32768 5 66 97 19 190 -32768 87 862 799 608 890 781 466 688 552 595 402 349 413 407 346
-32768 -32768 22 22 -3 111 36 89 825 1055 632 770 804 974 629 765 964 822 410 719 670 705
-32768 -32768 -32768 -32768 28 86 33 51 168 914 697 645 768 980 738 771 923 997 765 715 738 771
```

Esempio dati: DEM griglia 22x22 – area 320x320km – Krsko (SI).

```
ncols      22
nrows      22
xllcorner  989076.0860000000010
yllcorner  5091840.877999999560
cellsize   1454.545454545455
NODATA_value 9999
0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.3 0.75 0.75 0.3 0.3 0.3 0.05 0.03 0.75 0.75
0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.3 0.75 0.75 0.75 0.3 0.3 0.3 0.75 0.75 0.75 0.3
0.75 0.75 0.75 0.3 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.3 0.75 0.75 0.3 0.3 0.75 0.75 0.75 0.75 0.3 0.3
0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.3 0.3 0.3 0.3 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.3 0.3
0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.3 0.3
0.3 0.75 0.3 0.75 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.3 0.3
0.3 0.75 0.75 0.75 0.75 0.3 0.75 0.75 0.75 0.75 0.3 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.3 0.3
0.75 0.75 0.75 0.75 0.05 0.3 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.3 0.3 0.3 0.75 0.75 0.75 0.75 0.3 0.3
0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.1 0.3 0.3 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.3 0.03
0.75 0.75 0.3 0.75 0.3 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.5 0.75 0.75 0.75 0.3 0.3 0.05 0.75 0.75 0.3 0.03
0.75 0.3 0.3 0.75 0.75 0.3 0.3 0.75 0.75 0.75 0.5 0.1 0.3 0.3 0.3 0.3 0.05 0.05 0.75 0.3 0.03
0.75 0.3 0.3 0.75 0.75 0.3 0.3 0.75 0.75 0.75 0.05 0.3 0.05 0.3 0.05 0.3 0.05 0.75 0.03 0.03 0.3
0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.75 0.75 0.05 0.3 0.05 0.3 0.3 0.75 0.75 0.05 0.3 0.3 0.3 0.3
0.75 0.75 0.75 0.3 0.3 0.75 0.75 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.3 0.3 0.3 0.3 0.3
0.75 0.75 0.75 0.3 0.75 0.75 0.75 0.05 0.05 0.75 0.3 0.05 0.05 0.05 0.05 0.3 0.3 0.3 0.05 0.3 0.05
0.3 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.05 0.05 0.75 0.75 0.3 0.3 0.75 0.3 0.3 0.75 0.75 0.3 0.3 0.3
0.05 0.3 0.3 0.3 0.75 0.75 0.75 0.05 0.05 0.3 0.05 0.3 0.3 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.3 0.05 0.3
0.05 0.05 0.05 0.05 0.05 0.75 0.75 0.3 0.3 0.75 0.75 0.3 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.3 0.3
0.75 0.05 0.05 0.05 0.75 0.75 0.03 0.3 0.75 0.75 0.3 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.3 0.3
0.05 0.3 0.3 0.3 0.75 0.3 0.3 0.3 0.3 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.3 0.75
0.3 0.3 0.3 0.3 0.3 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.6 0.6
0.3 0.3 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75 0.75
```

Esempio dati: Rugosità griglia 22x22 – area 32x32km – Krsko (SI).

 Ricerca Sistema Elettrico	Sigla di identificazione ADPFISS-LP1-052	Rev. 0	Distrib. L	Pag. 22	di 22
--	---	------------------	----------------------	-------------------	-----------------

Bibliografia

- [1] F. Rocchi, A. Guglielmelli, Metodologia per la determinazione e la sistematizzazione di inventari di combustibile: messa a punto dei metodi ed applicazione ad alcune tipologie de LWR, Rapporto Tecnico NNFISS-LP2-068, 2012.
- [2] F. Rocchi, A. Guglielmelli, M. Sumini, F. Teodori, Calcoli di inventari di nocciolo: affinamento della metodologia ed applicazione ai reattori frontaliери, Rapporto Tecnico ENEA ADPFISS-LP1-007, 2013.
- [3] F. Rocchi, A. Guglielmelli, M. Sumini, Raccolta di coefficienti e parametri integrali per il calcolo rapido di termini sorgente a partire da inventari di nocciolo PWR e BWR, Rapporto Tecnico ENEA ADPFISS-LP1-034, 2014.
- [4] F. Bertozzi, Realizzazione di un data base esperto a supporto della gestione di una situazione di crisi, Rapporto Tecnico ENEA ADPFISS-LP1-013, 2013.
- [5] F. Bertozzi, Realizzazione di un data base esperto a supporto della gestione di una situazione di crisi - Fase 2, Rapporto Tecnico ENEA ADPFISS-LP1-042, 2014.
- [6] J. Silva, C. Ribeiro, R. Guedes, Roughness Length Classification of Corine Land Cover Classes, Proceedings of the 2007 EWEC Conference, Milan 2007.
- [7] <http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>
- [8] P.A. Burrough, R.A. McDonnell, Principles of geographical information systems . Oxford University Press, Oxford, UK, 1998.
- [9] <http://srtm.csi.cgiar.org>
- [10] C. Monti, 1984, *Elementi di cartografia con riferimenti alla situazione cartografica in Italia*, in “Spazi verdi territoriali. Corso post-laurea di formazione professionale - Milano, 1983”, pp. 92-142, Franco Angeli editore, Milano, 1984.