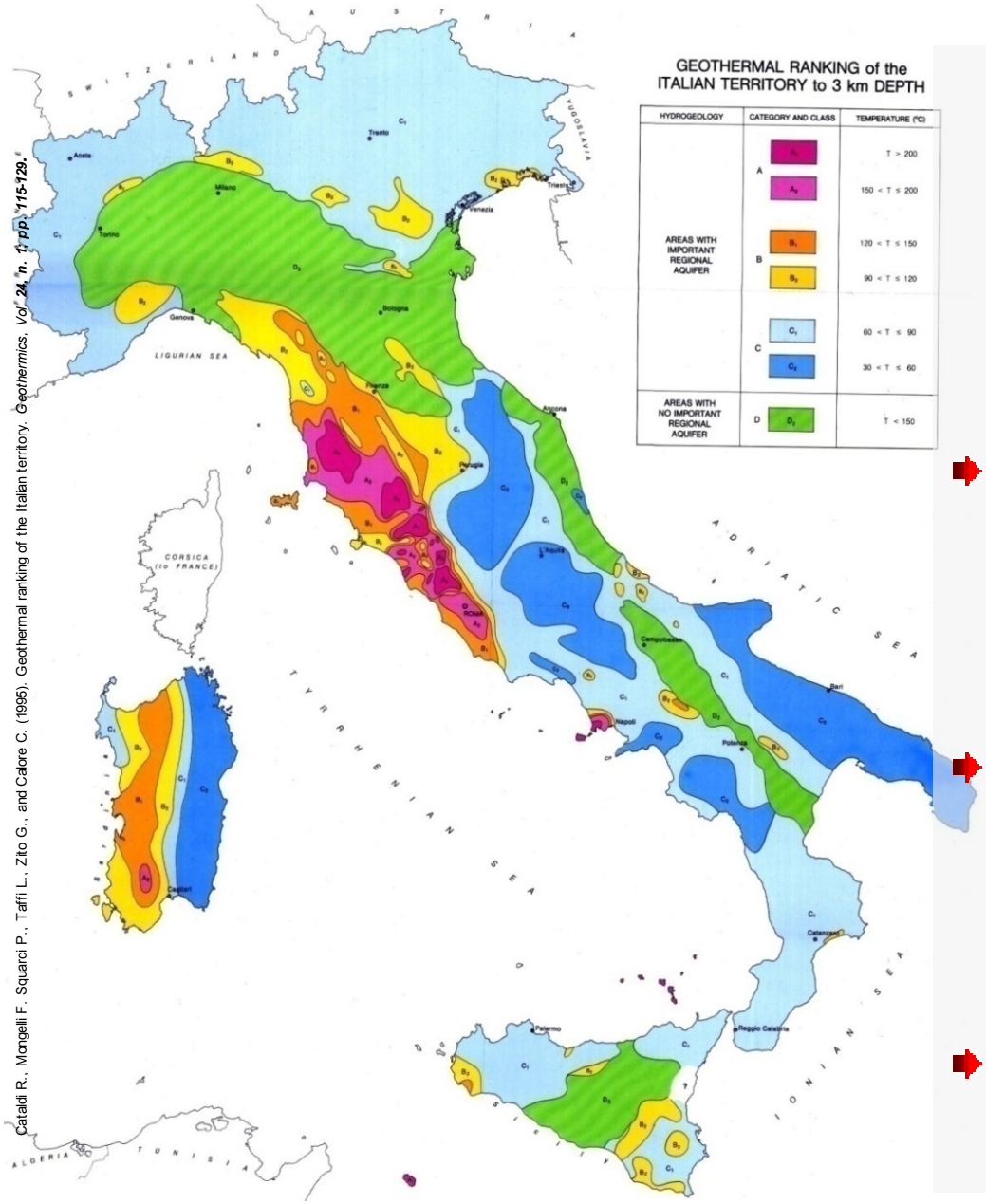


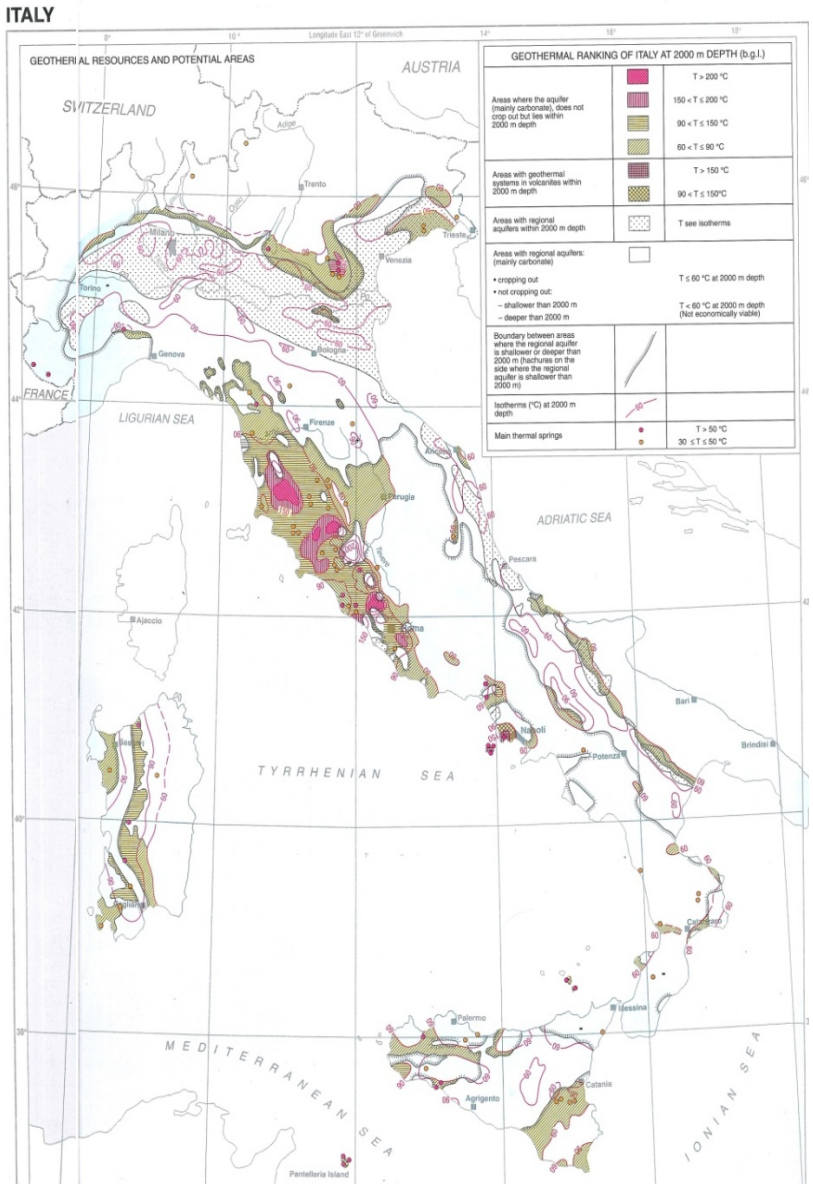
Cataldi R., Mongelli F. Squarci P., Taffi L., Zito G., and Calore C. (1995). Geothermal ranking of the Italian territory. *Geothermics*, Vol. 24, n. 1, pp. 115-129.

CARATTERIZZAZIONE GEOTERMICA DEL TERRITORIO ITALIANO

La presenza di rocce permeabili ricoperte da coltri impermeabili, genera le condizioni favorevoli per la formazione di risorse geotermiche:

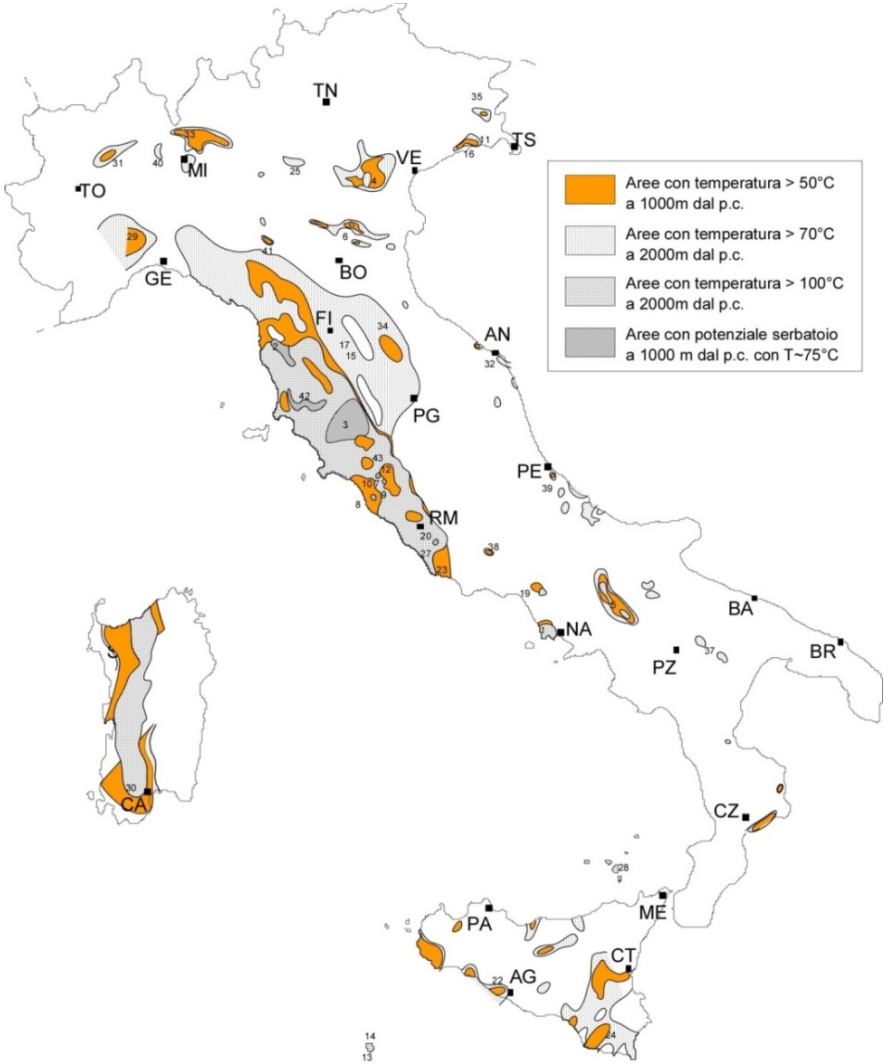
- ***Risorse con T >150 °C entro 3 km***, **in molte aree della fascia preappenninica tosco-laziale-campana ed in alcune isole vulcaniche del Tirreno;**
- ***Risorse con T = 50-150 °C entro 3 km,*** **nel 50% del territorio nazionale (in particolare nella Pianura padana e nelle isole maggiori)**
- ***Risorse con T = 30 - 50 °C a modesta profondità***, **nelle aree suddette ed in molte altre.**

da G. Buonasorte 2010, UGI



BALDI P., BARBIER E., BUONASORTE G., CALORE C., DIALUCE G., GEZZI R., MARTINI A., SQUARCI P., TAFFI L. (2002). ITALY - Geothermal thematic map and geothermal areas. In "Atlas of "Geothermal Resources in Europe" Publication n. EUR 17811 of the European Commission L – 2985. S. Hurter and R. Haenel Editors. Luxemburg.

BALDI P., BARBIER E., BUONASORTE G., SQUARCI P. (1998). Geothermal Inventory of Italy for the development of National Geothermal Resources . Proceedings of V World Renewable Energy Congress – 20-25 September 1998, Florence, Italy. Published by Elsevier Science Ltd.



Risorse accertate, probabili e possibili, entro 2000 m di profondità

da G. Buonasorte 2010, UGI

GLI USI DIRETTI
DEL CALORE TERRESTRE

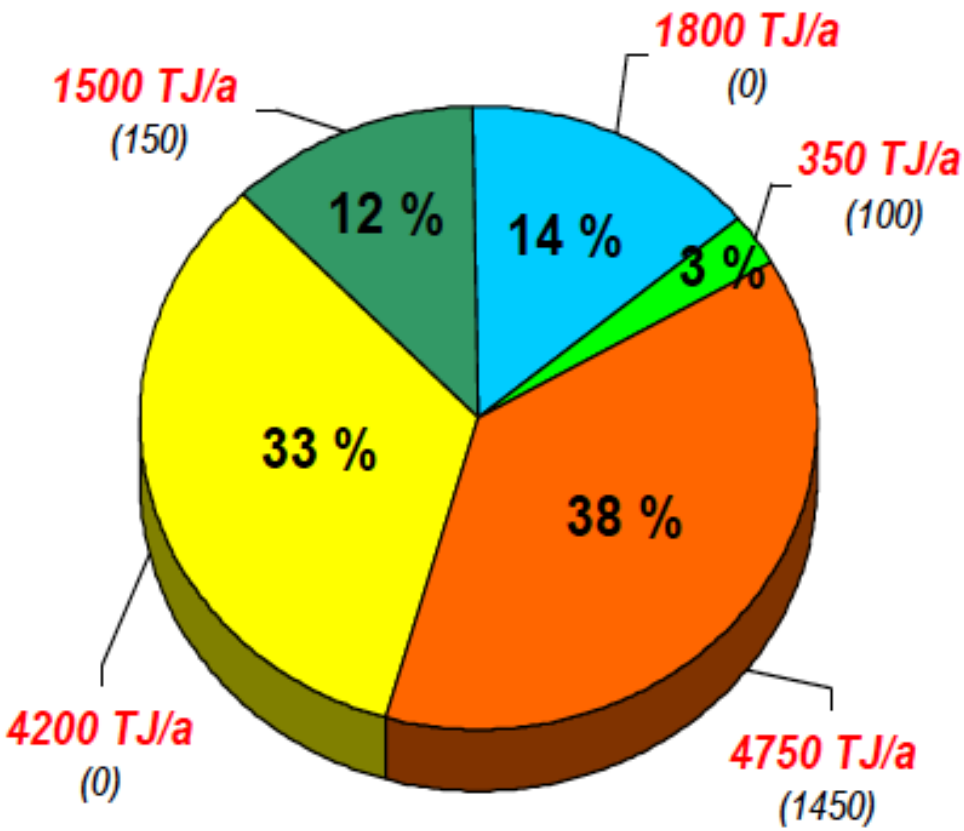
Usi diretti del calore naturale in Italia nel 2010 (fonte UGI)

Potenza termica totale installata *(inclusi impianti a pompa di calore: 240 MW_t)*	**1000 MW_t**
Energia termica complessivamente usata	**12.600 TJ/anno**
Risparmio annuo di petrolio equivalente *	**300.000 TEP**

* CIRCA 0,2 % DEI CONSUMI ENERGETICI TOTALI (CIRCA 170 M TEP)

da G. Buonasorte 2010, UGI

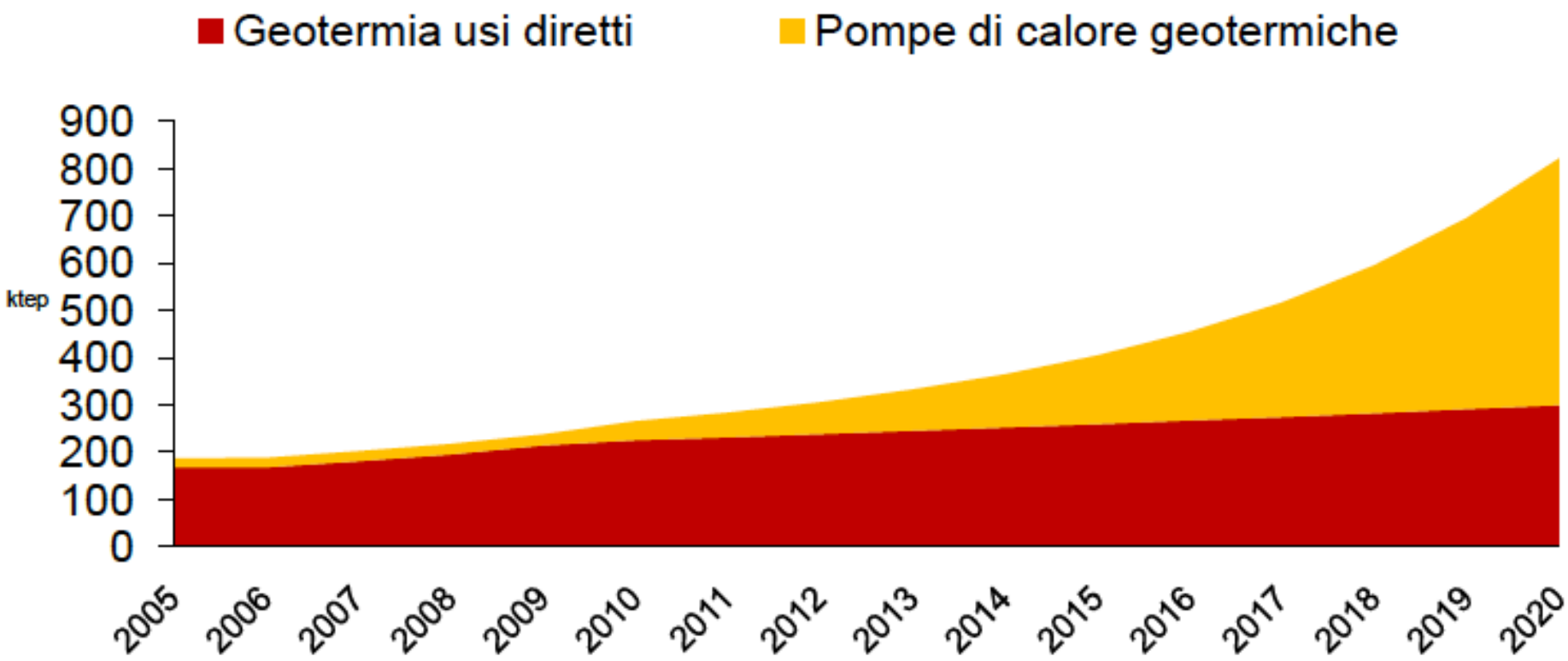
APPLICAZIONI GEOTERMICHE DIRETTE IN ITALIA



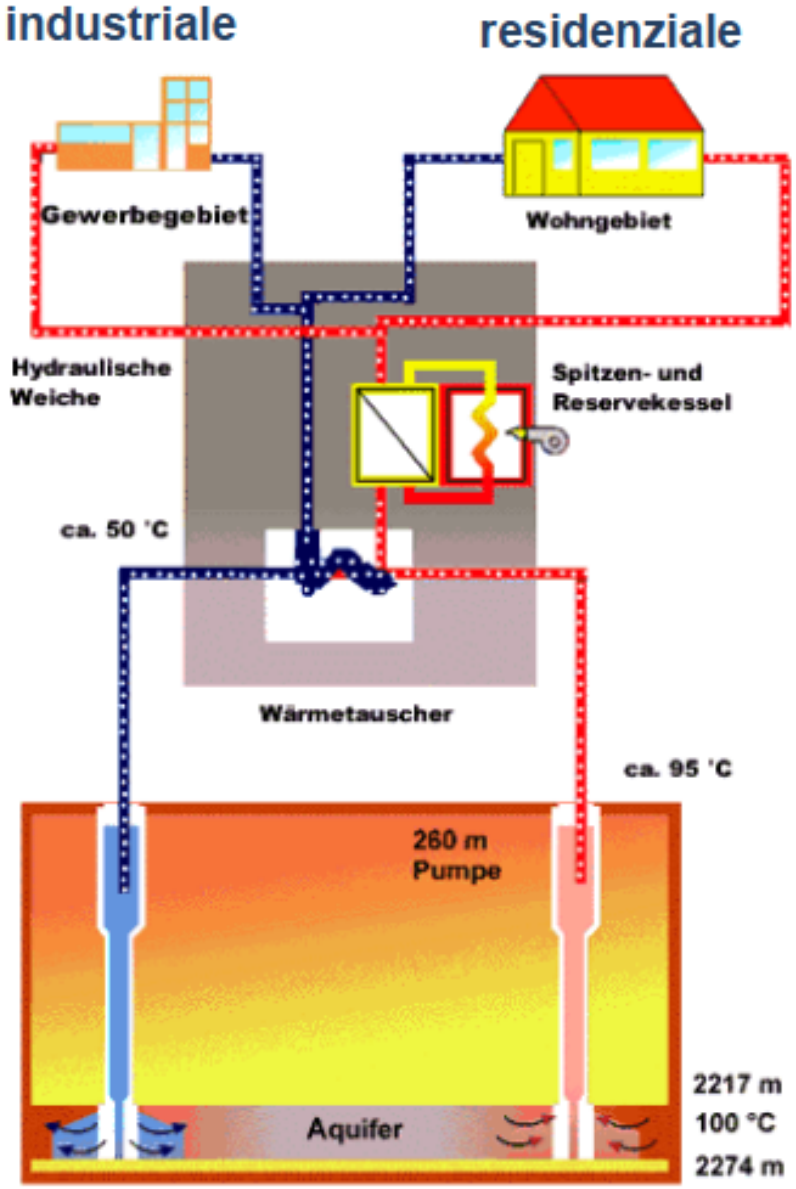
Tutte queste applicazioni hanno ampi margini di sviluppo

da G. Buonasorte 2010, UGI

Stime del PAN Italia per il contributo per il 2020 delle risorse geotermiche (usi diretti pompe di calore) all'obiettivo nazionale riscaldamento raffreddamento



Teleriscaldamento: Doppietti geotermici



ACQUIFERI PROFONDI ADEGUATI A SOSTENERE DOPPIETTI GEOTERMICI

In Italia ci sono diversi sistemi acquiferi a 1-2 km (in clastici, carbonati o rocce volcaniche) con T di 50-70 °C

da G. Buonasorte 2010, UGI

Progetti tipici di usi diretti: Teleriscaldamento

Impianto di Ferrara

Ferraresi F. - Reti di Teleriscaldamento e sfruttamento del calore geotermico. GEOTHERMEXPO - Ferrara, 21 Settembre 2010

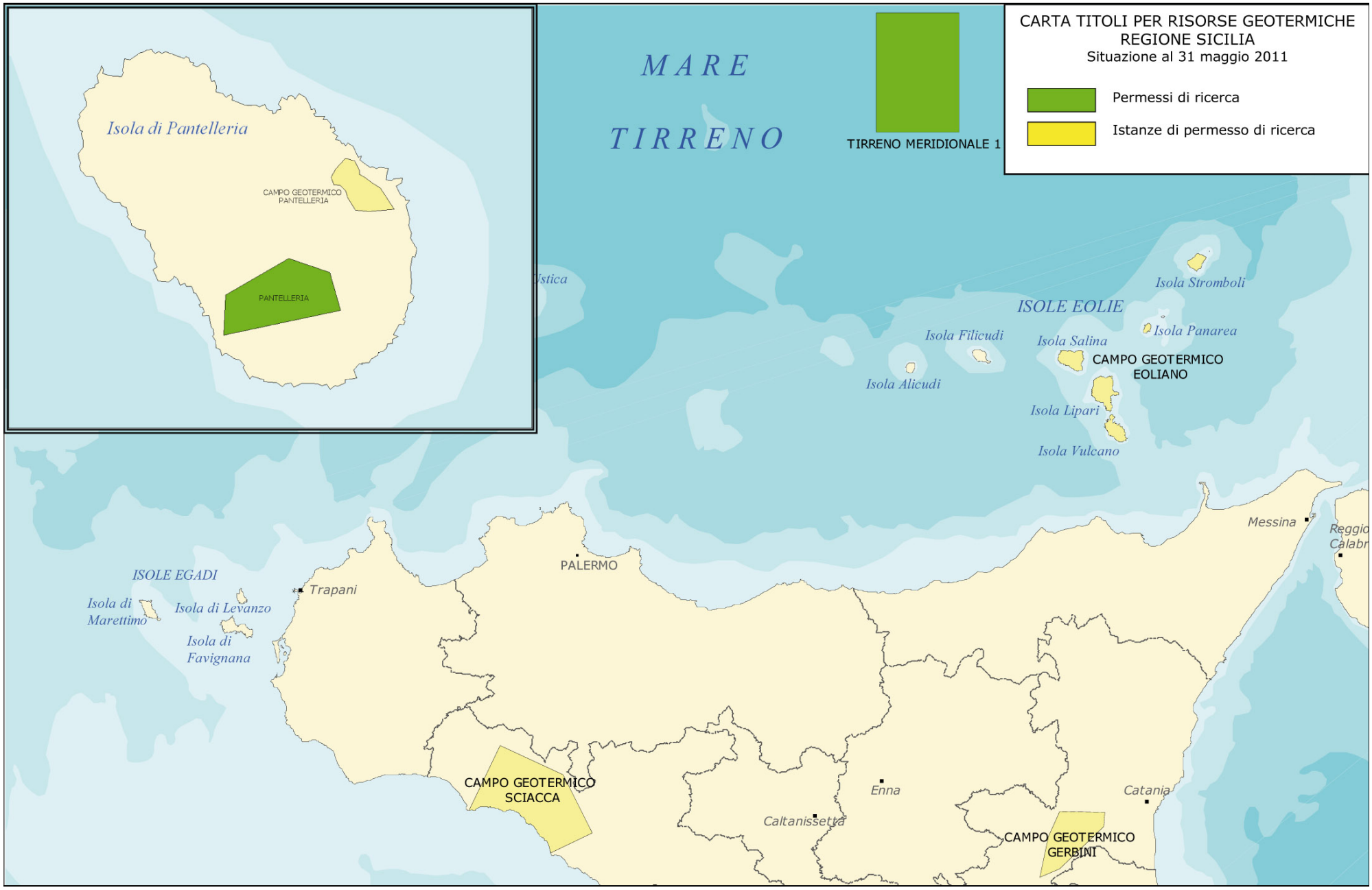
Allo stato attuale, il **Sistema Energetico Integrato** di Ferrara è costituito da:

- un sistema di sfruttamento dell'energia geotermica → **14 MWt** per produrre ca. 75.000 MWht/anno
- Recupero da un impianto WTE → potenza termica massima per TLR pari a **29 MWt**;
- fonti di integrazione e riserva → caldaie a metano e serbatoi d'accumulo;
- centrali integrative → potenzialità scambiatore 10 MWt.

Benefici ambientali e energetico – ambientali (al 2009)

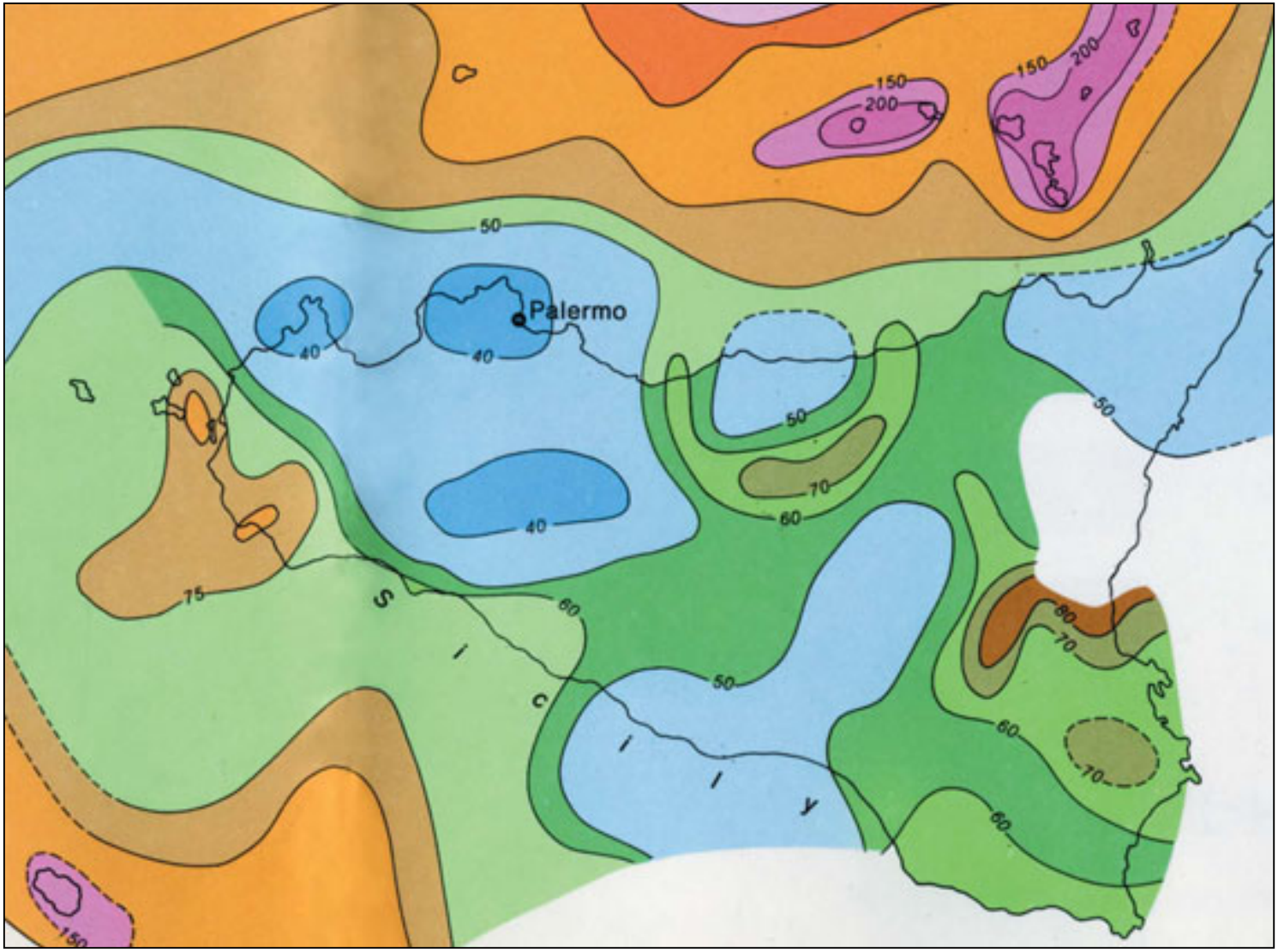
▪ CO_2 evitate	29.112 t
▪ NO_x evitate	34.617 kg
▪ SO_2 evitate	36.413 kg
▪ Risparmio energetico a regime	10.183 TEP

LO STATO DELL'ARTE IN SICILIA



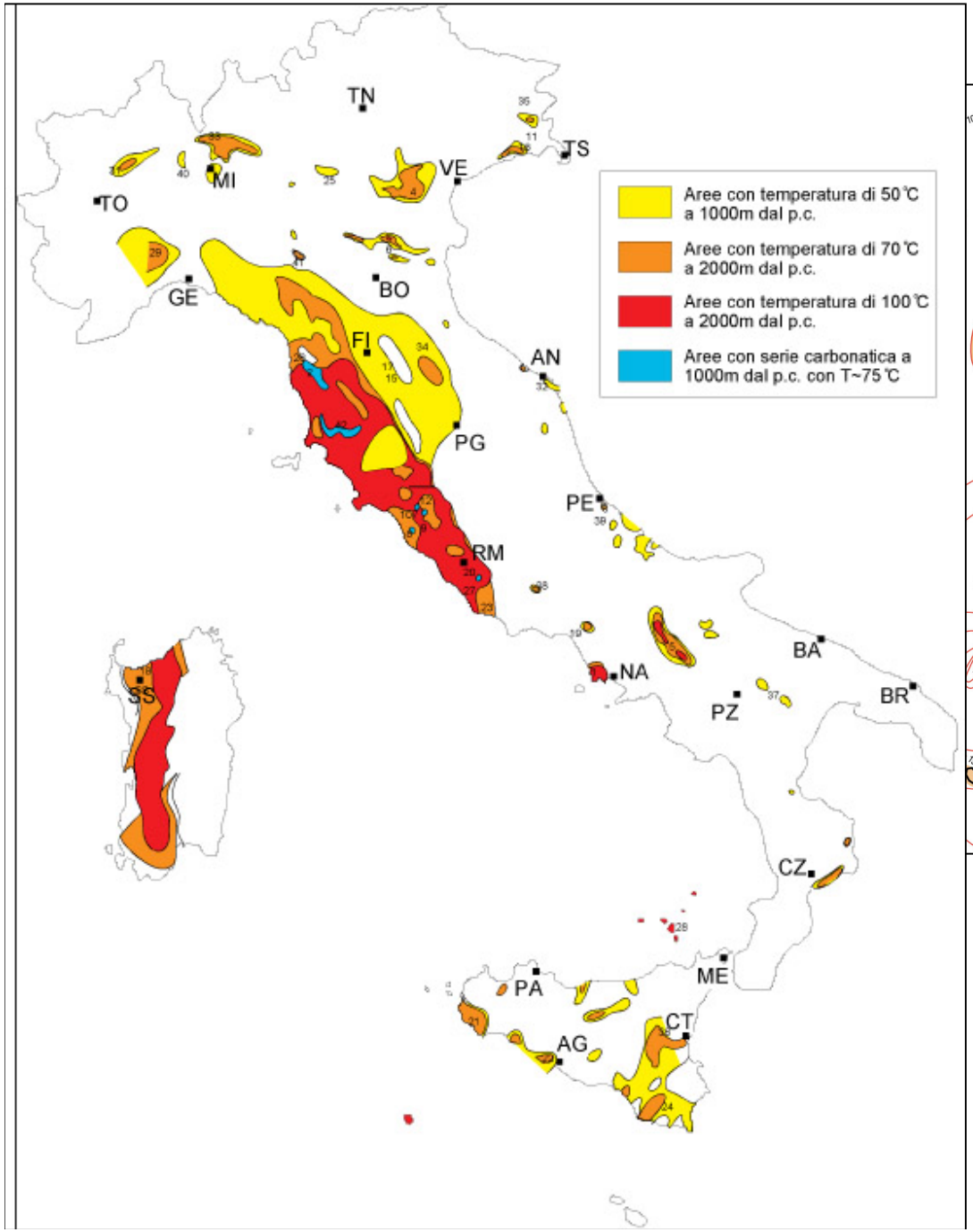
UNMIG

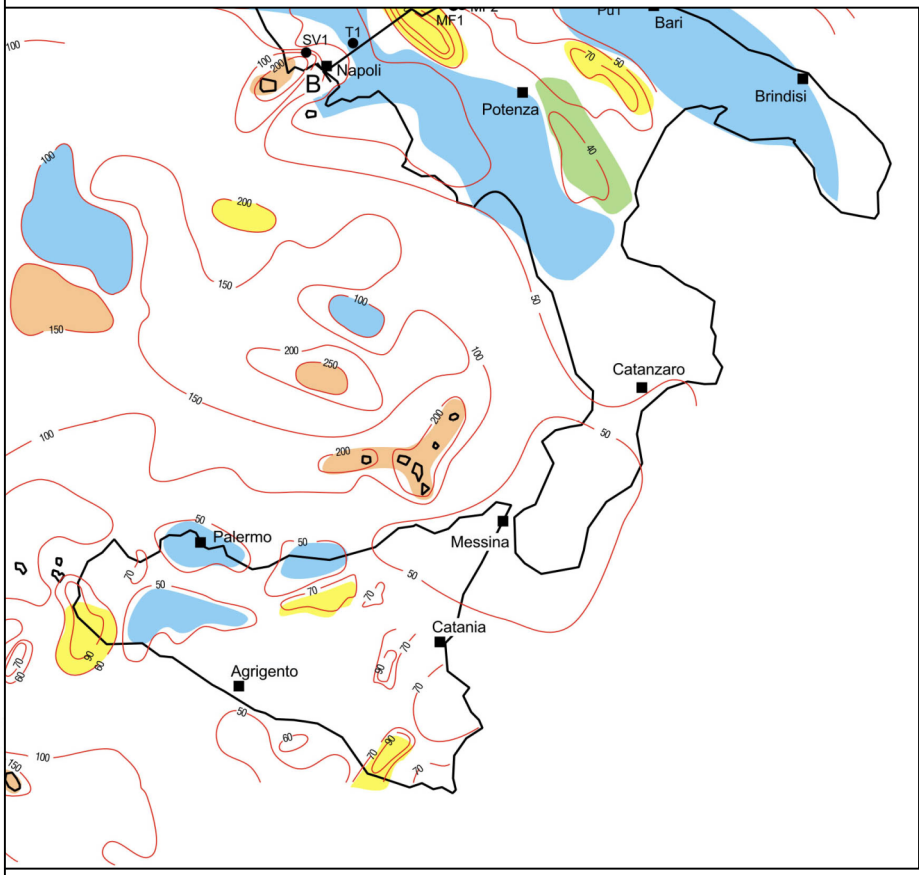
SICILIA



Carta del flusso di calore (mW/m2)

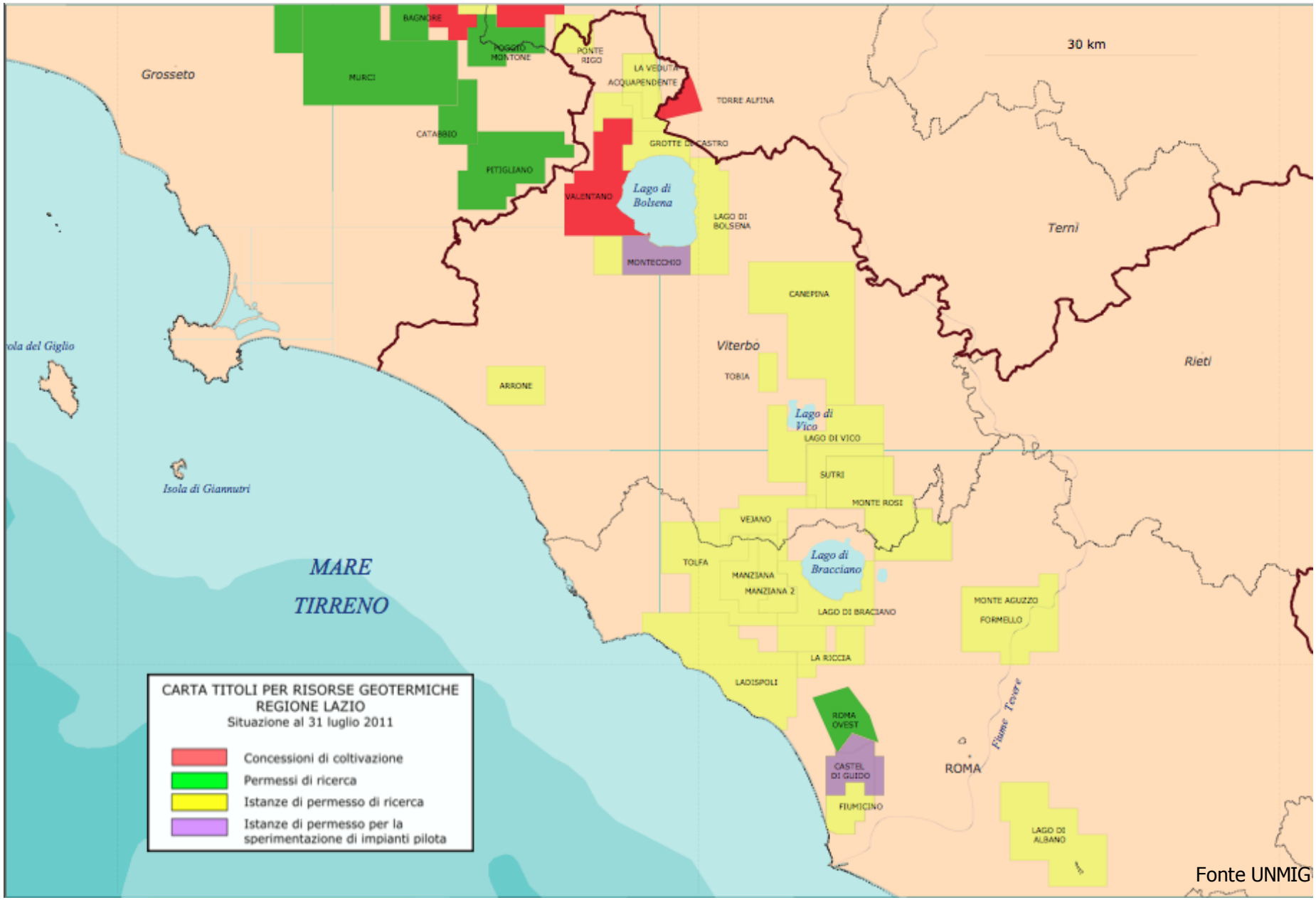
SICILIA


TN
VE
TS
MI
TO
GE
BO
FI
AN
PG
PE
RM
BA
NA
PZ
BR
SS
CZ
ME
PA
CT
AG
Aree con temperatura di 50°C a 1000m dal p.c.
Aree con temperatura di 70°C a 2000m dal p.c.
Aree con temperatura di 100°C a 2000m dal p.c.
Aree con serie carbonatica a 1000m dal p.c. con T~75°C

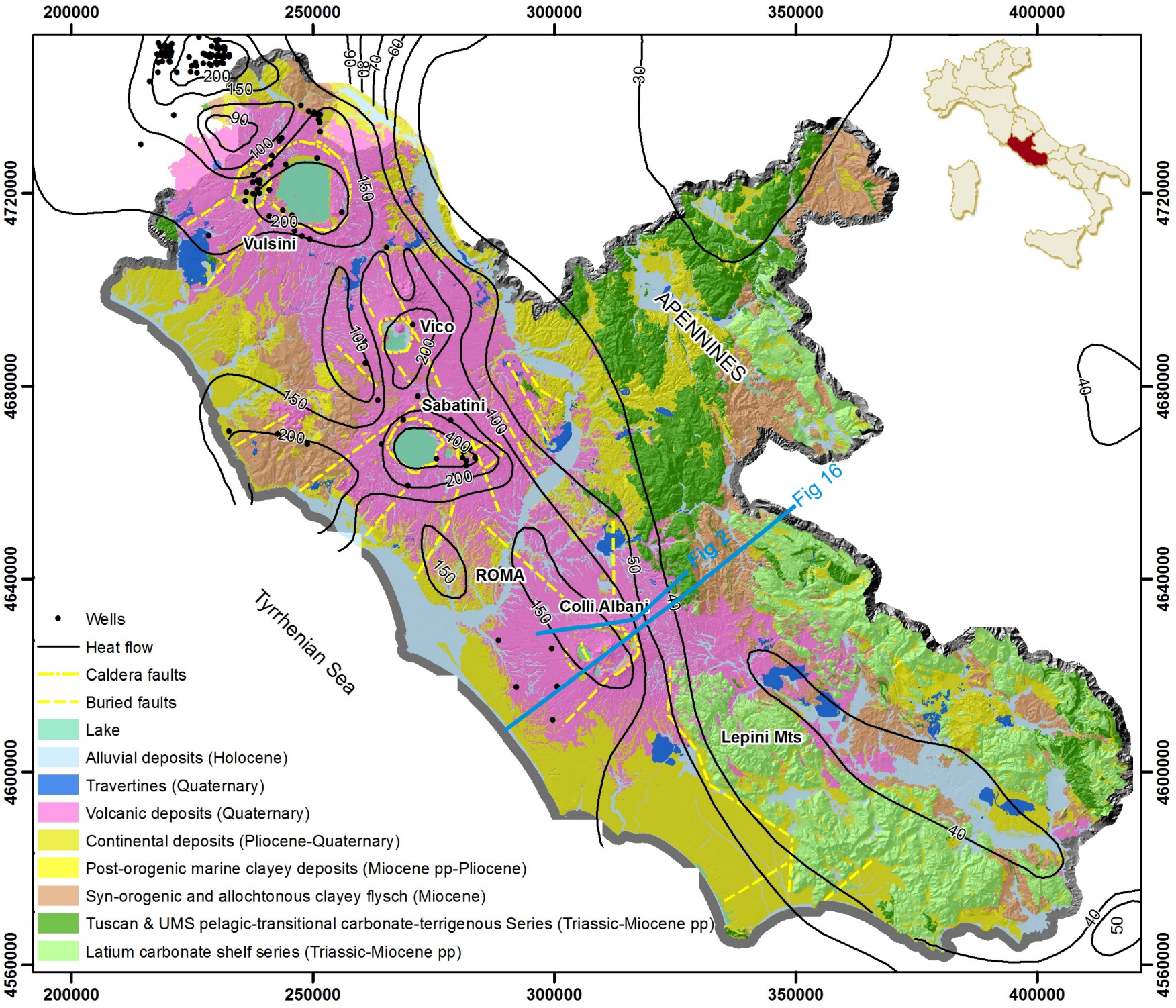

SV1
T1
MF1
Bari
Napoli
B
Potenza
Brindisi
Catanzaro
Palermo
Messina
Catania
Agrigento

L’AREA ROMANA

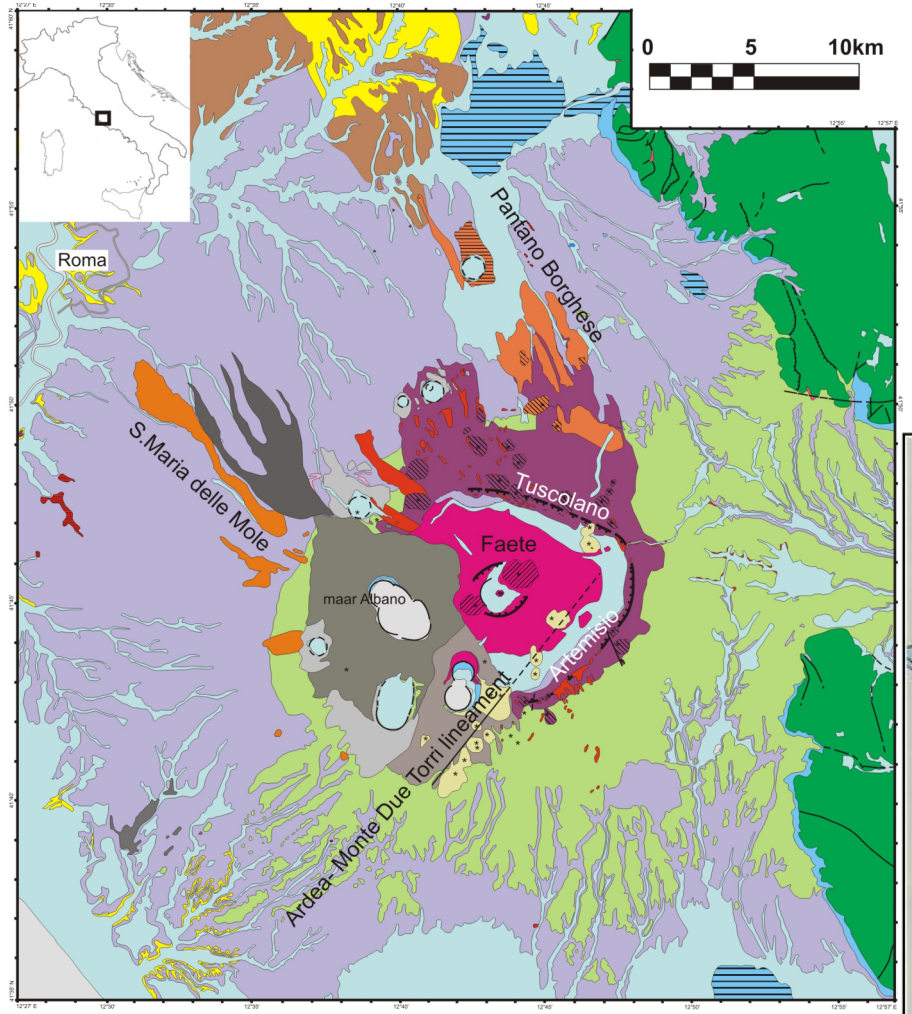
La “riscoperta” della media entalpia nell’area romana



Fonte UNMIG


200000
250000
300000
350000
400000
4720000
4680000
4640000
4600000
4560000
Vulsini
Vico
Sabatini
ROMA
Colli Albani
Lepini Mts
APENNINES
Tyrrhenian Sea
Fig 16
Fig 2
Wells
Heat flow
Caldera faults
Buried faults
Lake
Alluvial deposits (Holocene)
Travertines (Quaternary)
Volcanic deposits (Quaternary)
Continental deposits (Pliocene-Quaternary)
Post-orogenic marine clayey deposits (Miocene pp-Pliocene)
Syn-orogenic and allochtonous clayey flysch (Miocene)
Tuscan & UMS pelagic-transitional carbonate-terrigenous Series (Triassic-Miocene pp)
Latium carbonate shelf series (Triassic-Miocene pp)

Il sistema geotermico di media entalpia dei Colli Albani



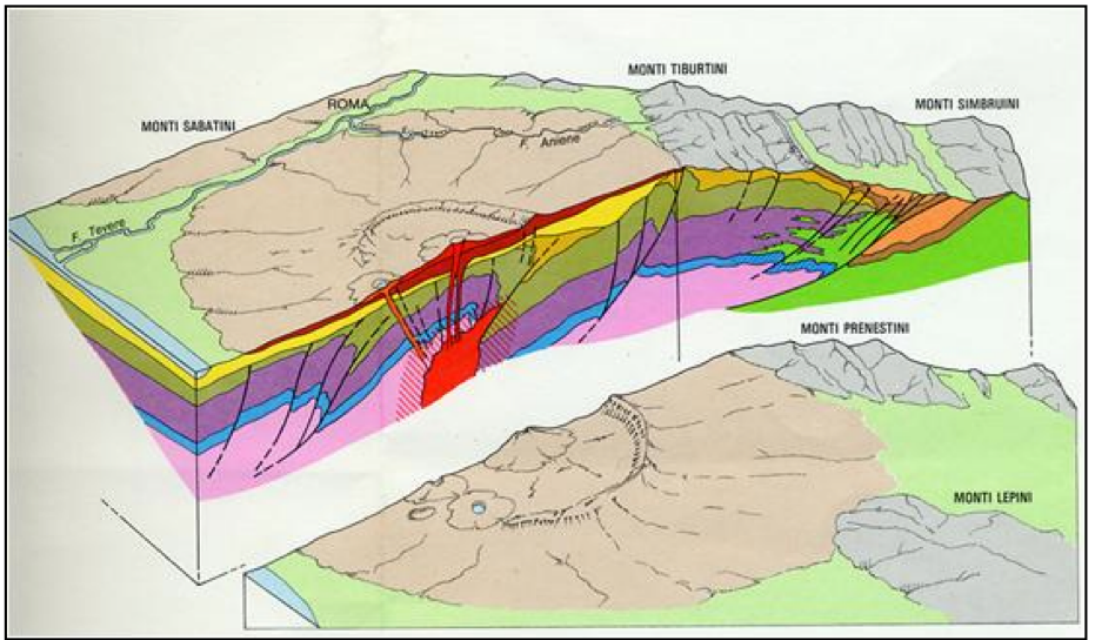
Post Eruptive Units
1 2 3

Via dei laghi maar field
(> 200 ka - Recent; ca. 1 km^3)
4 5 6 7

Faete intracaldera stratovolcano
(<355 - ca. 250 ka; ca. 35 km^3)
8 9 10

Tuscolano/Artemisio pericaldera fissure system(<355 - <180 ka)
11 12 13 14 15
16 17

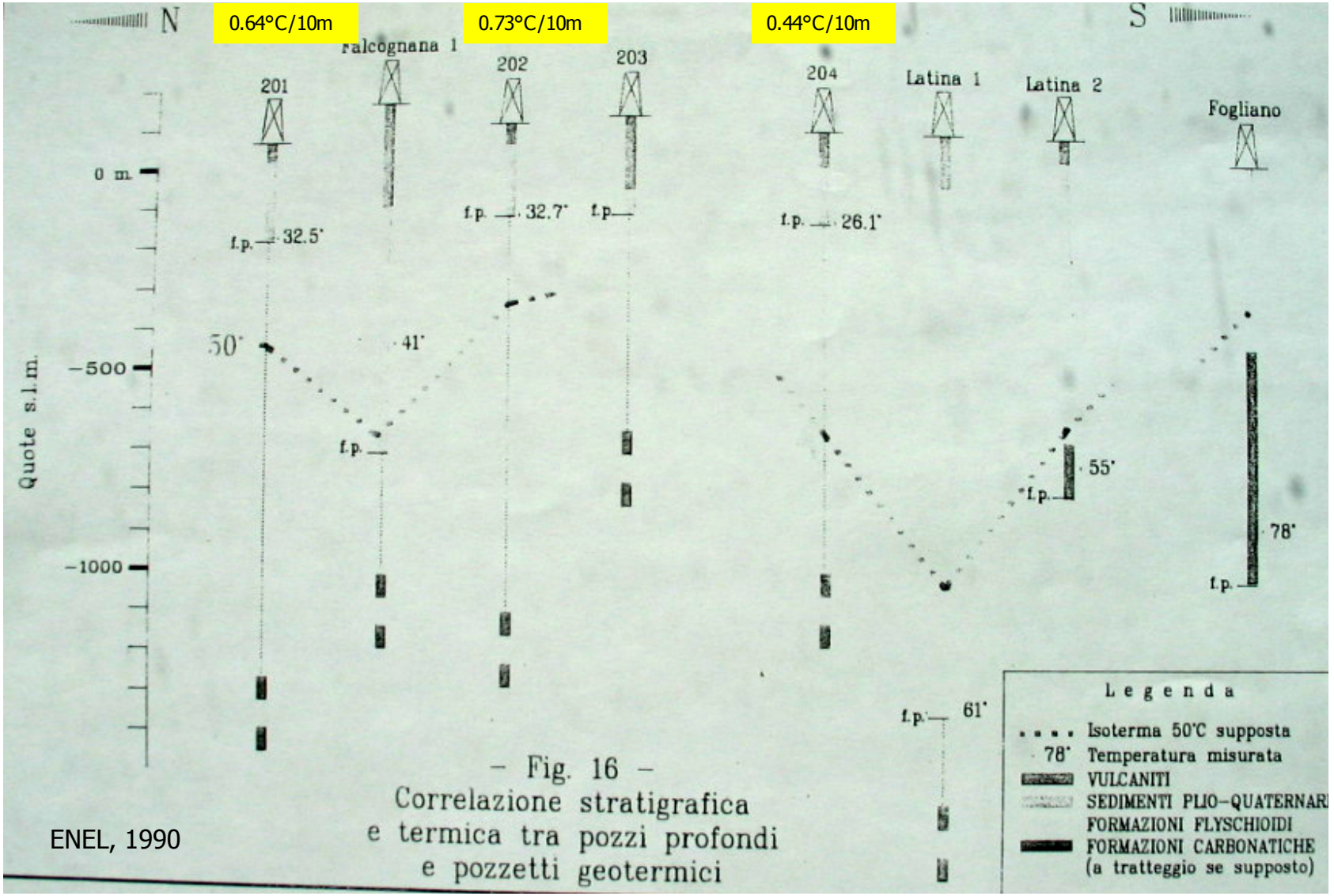
Vulcano Laziale caldera complex
(ca. 600 - 355 ka; ca. 255 km^3)
18 19



De Rita et al., 1998

Giordano et al., 2010, Geol Soc London

Dati termometrici e gradienti attesi



– Fig. 16 –
Correlazione stratigrafica e termica tra pozzi profondi e pozzetti geotermici

ENEL, 1990

Geotermometria geochimica

No.	Name	Sector	T	pH	TDS	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{--}	SiO_2	δD	$\delta^{18}O$
1	Acque Albule	A	23	7.2	2312	249	122	157	25	729	188	822	20	−44.3	−7.37
2	Acquoria	A	15	7.4	959	129	36	52	3	443	75	211	10	−41.9	−7.37
3	Villa Adriana	A	14	7.5	2191	460	66	10	5	498	9	1120	23	−45.6	−7.57
4	F. Passerano	A	14	7.3	2083	420	69	9	4	522	9	1030	20	−41.2	−7.47
5	Acque Albule 2	A	22	6.1	4504	1042	238	138	22	1403	163	1470	28	−41.6	−7.42
6	Acquoria 2	A	14	6.3	4883	1323	153	7	4	671	7	2690	28	−43.6	−7.27
7	Acqua Vergine	B	22	8.1	534	61	13	30	34	301	16	35	44	−37.4	−6.62
8	Acquoria 3	A	15	6.5	1321	411	58	5	3	732	4	92	16	−40.7	−7.25
9	Laurentina 1	B	20	6.7	2380	341	6	21	27	1892	64	23	6	−33.0	−5.57
10	Laurentina 2	B	21	8.6	1155	53	42	127	163	570	34	107	59	−29.6	−5.03
11	Trigoria	B	19	8.1	749	77	18	51	74	344	31	50	104	−27.4	−4.58
12	Laurentina 3	B	17	6.0	402	24	13	28	34	177	23	13	90	−28.3	−5.05
13	Laurentina 4	B	17	6.1	598	42	18	35	51	232	25	87	108	−32.2	−5.82
14	Solforata well	C	25	6.5	759	121	53	90	19	76	155	200	45	−33.7	−5.53
14b	Solforata pool	C	25	1.8	14 216	511	206	68	219	0	33	12 900	279	+2.0	+1.26
15	Pomezia	C	19	6.4	478	22	97	32	31	165	16	13	102	−34.4	−5.84
16	Acqua Appia 1	B	18	5.8	1102	120	27	51	63	671	31	43	98	−36.4	−6.41
17	Acqua Appia 2	B	19	8.4	644	103	24	40	57	270	32	28	90	−34.0	−5.88
18	Cava dei Selci	B	24	7.1	1200	203	52	50	44	269	34	504	44	−30.0	−4.60
19	S. Maria Mola	B	18	7.5	1071	107	35	64	94	622	32	39	78	−32.5	−5.80
20	F. di Picaro	B	15	9.6	313	15	16	44	26	82	51	43	36	−34.5	−5.77
21	Squarciarelli	B	12	7.5	706	68	24	37	48	448	14	11	56	−41.8	−6.93
22	Acetosa Albano	B	13	7.4	875	80	27	47	73	537	23	21	67	−36.6	−6.60
23	Albano lake	B	26	8.3	372	16	14	33	47	228	18	14	2	−7.3	−0.81
24	Doganella	B	11	7.7	173	21	6	9	10	102	11	4	10	−37.6	−6.95
25	Nemi spring	B	13	9.0	175	16	1	16	16	59	22	11	34	−37.9	−6.75
26	Nemi lake	B	27	8.0	243	10	13	26	26	143	16	7	2	−6.1	−1.26
27	F. Petrone	B	12	7.7	192	29	6	7	5	116	13	6	10	−42.1	−7.52
28	S. Maria Orto	B	15	9.2	262	36	12	23	16	79	32	23	41	−34.1	−5.75
29	F. Vivola	B	15	10.1	170	13	12	23	16	10	37	29	30	−33.0	−5.60
30	S. Stefano 1	C	19	6.0	1581	144	39	92	102	1037	35	30	102	−29.3	−5.22
31	S. Stefano 2	C	21	8.2	1369	69	41	117	76	876	43	56	91	−32.8	−5.76
32	S. Stefano 3	C	13	7.2	2108	200	67	322	86	427	709	207	90	−28.7	−5.16
33	Acqua Solfa	C	29	2.9	705	44	14	64	41	0	16	464	62	−27.8	−5.10
34	Ardea 1	C	23	6.2	1660	118	61	230	15	854	209	53	120	−31.6	−5.80
35	Aprilia	C	17	6.5	757	76	38	46	25	360	96	26	90	−32.2	−5.37
36	P. d' Amici	C	15	8.0	251	16	4	24	22	117	20	6	42	−34.7	−5.72
37	F. Armellino	C	17	6.7	995	104	66	74	14	372	248	34	84	−31.9	−5.92
38	Lavinio	C	28	2.5	942	69	21	59	4	0	57	464	82	−30.5	−5.65
39	Nettuno	C	17	6.2	622	62	35	48	13	317	39	48	60	−33.0	−6.14
40	Borgo Montello	D	18	7.3	498	44	9	37	36	250	32	12	78	−33.3	−5.73
41	Fogliano well†	D	48	6.1	11 350	734	278	2584	254	2250	4467	783		−41.4	−6.10
42	Ninfa	D	13	8.3	310	52	12	5	1	220	7	7	6	−41.2	−7.09
43	Sermoneta	D	15	7.7	574	80	27	8	4	395	10	41	9	−39.5	−6.84
44	Acqua Puzza	D	15	7.7	986	97	38	121	12	444	195	62	17	−35.8	−6.61
45	L. del Vescovo	D	19	7.5	2289	192	77	465	24	519	814	183	15	−38.1	−6.50

T is in °C; TDS. Ca^{++}, Mg^{++}, Na^{+}, K^{+}, HCO_3^-, Cl^-, SO_4^{--} and SiO_2 are in mg/l.
δD and $\delta^{18}O$ are in ‰ (SMOW).
* Samples collected in July 1981 and 1982.
† Data after ZUPPI *et al.* (1974).

Giggenbach et al., 1988

Minissale et al., 1997

Le temperature stimate nel serbatoio sono comprese tra 110 e 140°C

No.	Name	CO_2	H_2S	NH_3	He	H_2	Ar	O_2	N_2	CH_4	^{13}C
1	Acque Albule	916	5.5	<0.03	0.023	<0.001	1.25	<0.01	76.5	0.67	−3.5
11	Trigoria	981	12.5	0.03	0.002	<0.001	0.06	1.12	5.2	0.03	−0.3
14b	Solforata	976	10.7	<0.03	0.009	<0.001	0.03	<0.01	12.8	0.15	−3.5
18	Cava dei Selci	937	3.5	0.05	0.003	<0.001	0.66	5.47	52.5	0.48	+0.9
33	Acqua Solfa	939	13.0	0.07	0.014	0.012	0.48	0.004	42.2	5.60	−1.2
38	Lavinio	942	46.5	<0.03	0.002	<0.001	0.05	<0.01	9.8	1.49	−0.5