

# NUEVO MANIFIESTO GEOTÉRMICO ITALIANO

## Para un desarrollo acelerado del calor de la tierra en Italia

### Presentación del Resumen Ejecutivo

*R. Cataldi<sup>a</sup> y W. Grassi<sup>b</sup>*

<sup>a</sup>Presidente Honorario y <sup>b</sup>Presidente de la Unión Geotérmica Italiana (UGI)

---

El Resumen Ejecutivo siguiente es la versión en español de un documento que la UGI publicó en italiano y en inglés. El propósito era dar a conocer a la comunidad geotérmica internacional los principales resultados de un estudio, realizado en 2011, sobre las perspectivas de crecimiento de la energía geotérmica en Italia hacia 2030. Este estudio fue la actualización de un trabajo similar realizado en 2006 que incluía estimaciones para 2020. Se preparó un folleto (*The Italian Geothermal Manifesto*) con base en el estudio de 2006, mismo que se distribuyó ampliamente en Italia y otras partes del mundo de 2007 a 2009.

Las estimaciones de 2006 partieron en dos escenarios de crecimiento diferentes: uno conservador (Escenario I) basado en las condiciones socio-económicas del país en ese tiempo, y otro optimista (Escenario II) que se basaba en que: i) sería posible empezar un proceso de desarrollo desde 2007; ii) este proceso sería detonado por importantes políticas ambientales; e iii) estas políticas públicas acelerarían la explotación de todas las fuentes renovables y no convencionales de energía, entre ellas el calor geotérmico principalmente de temperatura baja a intermedia, ampliamente disponible en Italia.

Por otro lado, puesto que el costo del petróleo había crecido a una tasa anual promedio del 10% en el periodo 2000-2005 y que todos los expertos en energía coincidían en que esta era una tendencia irreversible, la UGI asumió que ese costo estaría entre los 90 y 100 dólares por barril (USD/bl) en 2010 y en unos 200 USD/bl en 2020. Así, se supuso que estos elevados precios acelerarían el desarrollo de todas las energías renovables, y particularmente de la energía geotérmica.

Aunque con cierto retraso (que podría recuperarse en unos cuantos años), tales premisas empezaron a desvanecerse a fines de 2007 con las primeras señales de la crisis económica que golpearía severamente al mundo de 2008 en adelante. En consecuencia, el precio del petróleo continuó subiendo en 2006-2007 (aunque a menor tasa anual que en los cinco años previos), con un súbito pico en 2008 seguido por un marcado descenso y un nuevo aumento en 2009 hasta llegar a unos 80 USD/bl en 2010.

Consecuentemente, hacia finales de 2010 era evidente que el estudio de 2006 debería actualizarse tomando en cuenta: i) el escaso desarrollo geotérmico debido al efecto depresivo de la crisis; ii) el cambio en el contexto socio-económico del país; iii) el incremento previsiblemente fuerte en el costo de todas las fuentes de energía; e iv) otros factores (además de la crisis puntual) que habían reducido el crecimiento del calor geotérmico en Italia entre 2008 y 2010.

Adicionalmente, en línea con las iniciativas que la Unión Europea tomaba en esos años para acelerar el desarrollo de todas las energías renovables bajo su *EU 20-20-20 Climate-Energy Packet*, y a fin de ofrecer a las instituciones energéticas italianas una visión más amplia de la contribución potencial del calor geotérmico a las necesidades de energía del país a mediano y largo plazo, se revisaron las estimaciones para 2020 y se expandieron hasta 2030. En este caso, también se elaboraron dos escenarios diferentes similares a los del estudio anterior: un *Escenario I* conservador y un más ambicioso *Escenario II*.

De tal manera, se analizan las perspectivas de crecimiento del calor geotérmico hasta una profundidad de 5 km en periodos de cinco años hasta 2030, con base en el estado del desarrollo geotérmico a fines de 2010 y

en la aportación de las diversas fuentes al consumo energético total de Italia. Se evalúan los beneficios técnico-ambientales y socio-económicos resultantes y se identifican las medidas necesarias para alcanzar los objetivos determinados para 2030.

Finalmente, el Nuevo Manifiesto Geotérmico Italiano se preparó con base en los resultados y conceptos principales surgidos del nuevo estudio, y se publicó en dos folletos separados en italiano y en inglés para su amplia distribución en Italia y otros países.

La UGI le agradece a Luis Gutiérrez-Negrín su traducción al español del Resumen Ejecutivo del nuevo estudio que se presenta a continuación.

## Resumen ejecutivo

### 1. Potencial geotérmico italiano

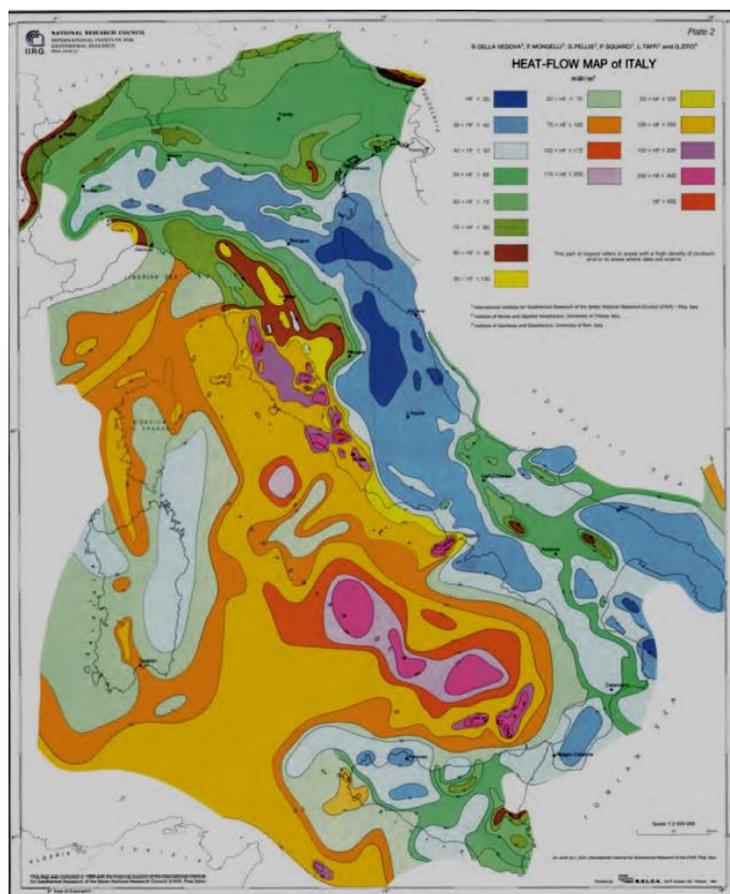


Fig. 1. Mapa de flujo de calor en Italia.

Los recursos geotérmicos del territorio italiano<sup>a</sup> potencialmente extraíbles a una profundidad de 5 km son de unos 21 exajoules ( $21 \times 10^{18}$  Joules, correspondientes a unos 500 millones de toneladas equivalentes de petróleo, MTEP)<sup>b</sup>. Dos tercios tienen temperaturas menores de  $150^{\circ}\text{C}$ . Por lo tanto, los recursos a temperaturas apropiadas para generar electricidad ( $T > 80-90^{\circ}\text{C}$ ) con costos actualmente competitivos con los de otras fuentes de energía, existen solamente en áreas con fuertes anomalías de flujo de calor como la faja pre-Apenina Toscana-Latium-Campania, las dos principales islas italianas y algunas islas volcánicas del Mar Tirreno, todas ubicadas al occidente y al suroeste de Italia (Fig. 1).

Al contrario, los recursos de temperatura media y baja ( $T < 80-90^{\circ}\text{C}$ ), aprovechables en diversos usos directos, se hallan no sólo en las áreas mencionadas de alto flujo de calor sino en muchas otras zonas. Además, recursos a temperaturas incluso menores ( $T < 30^{\circ}\text{C}$ ) y a escasa profundidad podrían aprovecharse casi en cualquier parte de Italia, mediante el uso de bombas de calor.

Puede decirse entonces que, debido a la presencia

a Se refiere sólo a recursos continentales.

b Para comparar con la situación italiana, vale la pena recordar que: i) el calor total de la Tierra está entre  $8$  y  $12 \times 10^{30}$  J; ii) los recursos geotérmicos continentales a nivel mundial hasta una profundidad de 5 km son del orden de  $3.5 \times 10^{21}$  J; los recursos geotérmicos continentales en la Europa geográfica son unos  $6 \times 10^{20}$  J. Por lo tanto, el potencial geotérmico italiano hasta 5 km de profundidad, independientemente de la temperatura de los recursos, equivale al 3.5% del total europeo.

c Buonasorte, G., e Cataldi, R., 2008. Il calore di Madre Terra. La Geotermia nel mondo: Generalità e Sviluppo nel 2007. Anno del Pianeta Terra - Mostra itinerante su "La Geologia e l'Ambiente in Sicilia"; Tav. n. 30.

de recursos geotérmicos de todos los tipos y temperaturas en muchas y amplias zonas del territorio nacional, Italia tiene una fuerte vocación geotérmica sobre todo para su uso directo. Por lo tanto, tiene un enorme potencial geotérmico que podría aprovecharse mucho más ampliamente de lo que se hecho a la fecha. Se trata de recursos sustentables, a menudo renovables a escala humana, amigables con el ambiente y actualmente competitivos desde el punto de vista económico en todos sus rangos de temperatura.

## **2. La geotermia en el contexto nacional de energía a diciembre de 2010**

El consumo total de energía en Italia en 2010 fue de 185 MTEP, el 83% del cual provino de combustibles fósiles (petróleo, gas, carbón), 5% de importaciones de electricidad y 12% de fuentes renovables y no convencionales de energía (principalmente hidroeléctrica, eólica, fotovoltaica, biomasa y geotermia). El porcentaje de estas últimas subió del 7% en 2005 al 12% en 2010, debido en parte a la disminución en el consumo total de energía (de 198 MTEP en 2005 a 185 MTEP in 2010), y en parte al impulso a su desarrollo en los últimos años.

En particular, la energía geotérmica pasó de 1.19 MTEP en 2005 a 1.32 MTEP en 2010, con lo que su aportación al consumo total de energía subió en el mismo periodo del 0.60 al 0.71%. Este aumento se debe a la mayor contribución de los usos directos del calor, que pasaron de 0.2 MTEP en 2005 a 0.3 MTEP en 2010, con un incremento anual promedio del 8.5%. En contraste, aun cuando la generación geotermoeléctrica predominó sobre los usos directos, su aumento en el mismo periodo fue de 0.99 a 1.02 MTEP, es decir de apenas un promedio del 0.6% anual.

En consecuencia, entre 2005 y 2010 el desarrollo de la geotermia fue más bien modesto si se compara con el enorme potencial italiano, especialmente para usos directos.

## **3. Desarrollo de la geotermia italiana para 2030**

A principios de 2011 empezó un estudio para estimar la posible contribución del calor de la Tierra a la demanda energética nacional hacia el año 2030, con pronósticos intermedios para 2012, 2015, 2020 y 2025 que serían actualizados periódicamente. El objetivo de este estudio era proporcionar al gobierno italiano elementos factuales sobre el posible desarrollo de esta fuente de energía a mediano plazo, así como lanzar un Nuevo Manifiesto Geotérmico Italiano con una visión más amplia que el publicado por la UGI hace casi cinco años.

Las proyecciones de crecimiento se formularon tomando en cuenta: i) el contexto geológico italiano y los recursos geotérmicos conocidos o supuestos hasta una profundidad de 5 km; ii) el probable incremento en el precio de los combustibles fósiles en los años siguientes; y iii) las mejoras tecnológicas esperadas en el aprovechamiento del calor terrestre. Así se desarrollaron dos escenarios de crecimiento diferentes, con base en los supuestos siguientes:

*Escenario I:* tendencias económico-sociales actuales, uso de tecnologías de producción maduras y precio del petróleo crudo de 250 dólares por barril (USD/bl) en 2030 (más o menos el triple del precio medio en 2010 que fue de 80 USD/bl o de 400-420 euros por tonelada).

*Escenario II:* tendencias económico-sociales influidas por políticas ambientales vigorosas, uso de tecnologías de producción tanto maduras como avanzadas, y precio del petróleo crudo de 300 USD/bl en 2030 (cerca del cuádruple del precio medio en 2010).

Sobre esas hipótesis, las proyecciones de crecimiento entre 2010 y 2030 se presentan resumidas en la Tabla 1 y en la Figura 2 para generación geotermoeléctrica y en la Tabla 2 y Figura 3 para usos directos. Estos últimos incluyen la energía producida por bombas de calor geotérmico.

Años:	2010	2020	2030
<b>ESCENARIO I</b>			
Capacidad instalada (MW <sub>e</sub> )	882.5	1080	1500
Generación bruta (TWh/año)	5.3	6.9	9.4
Petróleo ahorrado (kTEP/año)	1020	1310	1790
Emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas (kTon/año)	3200	4140	5700
<b>ESCENARIO II</b>			
Capacidad instalada (MW <sub>e</sub> )	882.5	1150	2000
Generación bruta (TWh/año)	5.3	7.3	12.0
Petróleo ahorrado (kTEP/año)	1020	1390	2280
Emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas (kTon/año)	3200	4380	7200

Tabla 1. Desarrollo 2010-2030 de la generación geotermoeléctrica, con ahorros de petróleo y emisiones evitadas de CO<sub>2</sub>.

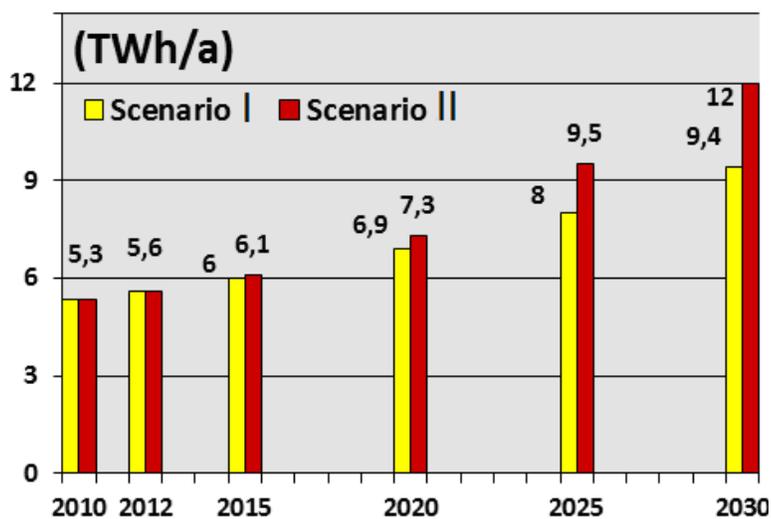


Fig. 2. Generación geotermoeléctrica esperada bajo los escenarios I y II.

Años:	2010	2020	2030
<b>ESCENARIO I</b>			
Capacidad instalada (MW <sub>d</sub> )	1000	2510	7400
Generación bruta (PJ/año)	12.6	26.4	65.2
Petróleo ahorrado (kTEP/año)	300	630	1560
Emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas (kTon/año)	800	1640	4060
<b>ESCENARIO II</b>			
Capacidad instalada (MW <sub>d</sub> )	1000	2750	8800
Generación bruta (PJ/año)	12.6	30.7	90.0
Petróleo ahorrado (kTEP/año)	300	740	2160
Emisiones de CO <sub>2</sub> evitadas (kTon/año)	800	1920	5620

Tabla 2. Desarrollo 2010-2030 de la generación de calor para usos directos, con ahorros de petróleo y emisiones evitadas de CO<sub>2</sub>.

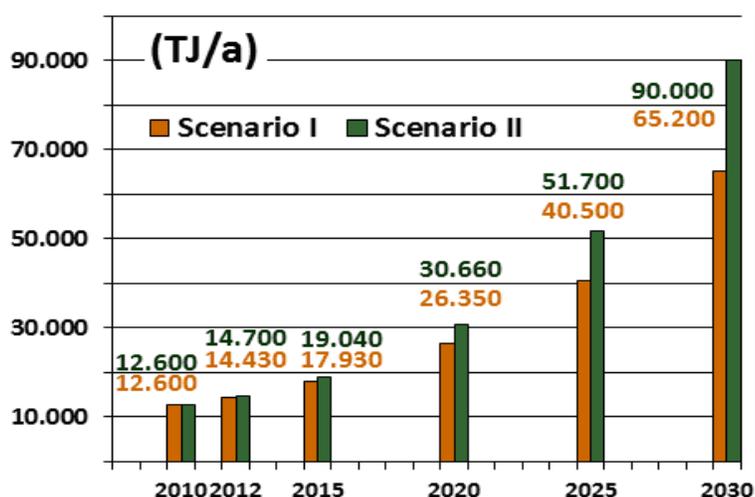


Fig. 3. Generación de calor con usos directos esperada bajo los escenarios I y II (incluye bombas de calor).

Con respecto a su distribución geográfica, se estima que la generación geotermoeléctrica provendrá de la Toscana pero sólo hasta 2015, con un desarrollo progresivo adicional en otras regiones de Italia a partir de la segunda mitad de la década. La aportación de estas otras regiones a la generación geotermoeléctrica podría llegar hasta el 18% del total bajo el Escenario I y hasta el 25% en el Escenario II.

Con relación a los usos directos, la contribución de las bombas de calor geotérmico se estima que aumentará gradualmente de 1700 TJ/año en 2010 a casi 4700 TJ/año en 2020 y a 15 mil TJ/año en 2030 bajo el Escenario II, pasando así del 13.5% del total de usos directos actual a casi el 17% en diciembre de 2030.

Se proyecta también un incremento absoluto en todos los tipos de usos geotérmicos directos (calefacción y climatización de espacios, balneología, usos agrícolas, acuicultura, procesos industriales y otros usos menores). Pero la calefacción y climatización, que ocupaba el primer puesto en 2010 con el 38% de los usos directos totales, crecerá más que los demás para llegar a más del 60% en 2030.

#### **4. Beneficios esperados del desarrollo geotérmico a 2030**

Se esperan dos grupos principales de beneficios: i) técnicos y ambientales; y ii) económico-sociales y científicos.

##### **4.1. Beneficios técnicos y ambientales**

Los valores presentados en las tablas 1 y 2 para generación geotermoeléctrica y usos directos traen como resultado los beneficios siguientes de la explotación de los recursos geotérmicos hasta 2030.

a) Ahorros en términos de petróleo-equivalente:

- para el Escenario I: 1.94 (1.31+0.63) MTEP en 2020 y 3.35 (1.79+1.56) MTEP en 2030;
- para el Escenario II: 2.13 (1.39+0.74) MTEP en 2020 y 4.44 (2.28+2.16) MTEP en 2030.

Estas cifras indican que en 2030 los ahorros en términos de petróleo-equivalente que se pueden alcanzar por los usos directos son casi iguales a los que se obtendrían con la generación geotermoeléctrica. En consecuencia, y dependiendo de la contribución de los sistemas geotérmicos “no convencionales” al crecimiento de la generación geotermoeléctrica después de 2030, el peso energético y la importancia económica de los usos directos probablemente será mayor que el de la generación geotermoeléctrica.

b) Emisión evitada de CO<sub>2</sub>:

- para el Escenario I: 5.78 (4.14+1.64) Mt (millones de toneladas) en 2020 y 9.76 (5.7+4.06) Mt en 2030;
- para el Escenario II: 6.30 (4.38+1.92) Mt en 2020 y 12.82 (7.2+5.62) Mt en 2030.

c) Contribución al consumo total de energía

Se asume que el consumo total de energía primaria (185 MTEP en 2010) irá decreciendo hasta 2015 para aumentar de nuevo en los años siguientes llegando a unas 200 MTEP en 2020 y a 230 MTEP en 2030. Bajo esta premisa, la contribución total de la energía geotérmica al ahorro en términos de petróleo-equivalente se elevará del 0.71% en 2010 a cerca del 1% en ambos escenarios I y II en 2020, para llegar al 1.5% en el Escenario I y al 2% en el Escenario II para 2030.

##### **4.2. Beneficios económico-sociales y científicos**

Además de los beneficios técnicos y ambientales mencionados, se espera que el desarrollo geotérmico traerá los siguientes beneficios en 2030:

a) Nuevos empleos permanentes (profesionistas, técnicos, trabajadores) que llegarán gradualmente a:

- para el Escenario I: 50 mil empleos anuales para 2020 y 100 mil empleos anuales hacia 2030;
- para el Escenario II: 100 mil empleos anuales para 2020 y 200 mil empleos anuales en 2030.

b) Nuevas inversiones (gastos personales, perforación de cualquier tipo, fabricación de maquinaria y equipo y otros gastos de desarrollo, exceptuando a los mencionados en el párrafo siguiente):

- para el Escenario I: 300 millones de euros hacia 2020 y 1200 millones de euros en 2030;
- para el Escenario II: 500 millones de euros en 2020 y 2000 millones de euros en 2030.

c) Nueva Investigación y Desarrollo (I&D) (en todas las áreas de la energía geotérmica, incluyendo pero sin limitarse a la implementación de un proyecto maestro de I&D centrado en el desarrollo de “sistemas no convencionales de alta temperatura” para generar energía eléctrica):

- para el Escenario I: 100 millones de euros hacia 2020 y 200 millones de euros hacia 2030;
- para el Escenario II: 200 millones de euros en 2020 y 400 millones de euros en 2030.

El mencionado proyecto de I&D sobre “sistemas geotérmicos no convencionales” tiene el objetivo de probar sus características en el peculiar contexto geológico de Italia y de posibilitar su desarrollo sistemático para generación de electricidad en los próximos 10 a 12 años. Así, en la década actual se perforarían de 10 a 20 pozos de investigación a profundidades de 3 a 5 km en sitios geológicamente diferentes. Se instalarían plantas piloto en algunos de esos sitios para realizar pruebas de largo plazo sobre el comportamiento del yacimiento geotérmico bajo condiciones reales de operación. Esta es la única manera de asegurar de que los “sistemas no convencionales” pueden explotarse a condiciones repetibles de explotación del yacimiento y de operación de la planta.

## **5. Medidas necesarias para lograr los objetivos**

Los objetivos definidos por las proyecciones son técnicamente factibles porque: i) Italia tiene todos los recursos geológicos y la preparación profesional específica necesaria para alcanzarlos; y ii) son justificables tanto desde el punto de vista económico como ambiental.

Sin embargo, su consecución requiere de las series siguientes de medidas interrelacionadas.

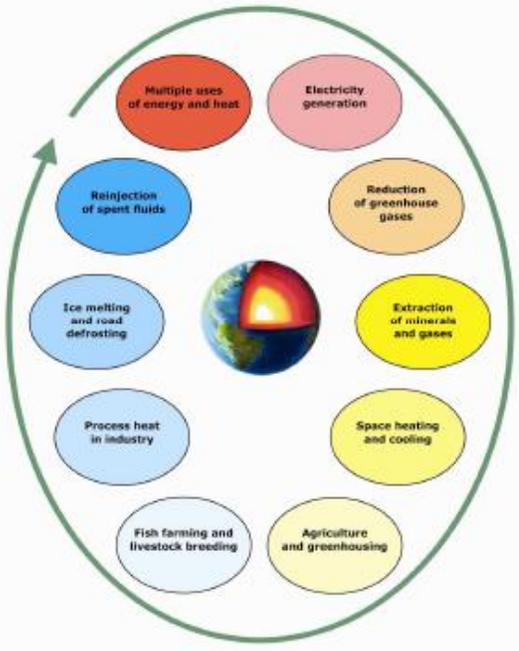
### **5.1. Medidas a nivel nacional e institucional**

- un decidido compromiso del gobierno, partidos políticos e instituciones para aprobar una legislación de apoyo a las renovables (FRE: Fuentes Renovables de Energía) y en particular a la energía geotérmica;
- un Plan Nacional de Energía (PNE) que incluya metas de desarrollo de todas las FRE hasta 2030;
- incentivos seguros y prolongados para las FRE con mínimos impactos ambientales o sin ellos;
- una legislación nacional y manuales específicos para armonizar las regulaciones regionales sobre desarrollo geotérmico;
- programas de I&D con objetivos por proyecto definidos para cada FRE;
- un proyecto de I&D especial enfocado en “sistemas geotérmicos no convencionales” a implementarse antes de 2020;
- campañas sistemáticas para concientizar a la opinión pública sobre las ventajas económicas y ambientales del calor terrestre.

### **5.2. Medidas a nivel regional y local**

- planes regionales de energía para todas las regiones italianas, con metas cuantitativas para cada FRE, incluyendo a la geotermia. Para esta, en particular, cada plan debe apoyarse en regulaciones diseñadas específicamente para el desarrollo de los usos directos;
- reconocimientos regionales de áreas con alto consumo de energía para evaluar la demanda de calor y cuantificar la aportación que cabría esperar del desarrollo geotérmico;
- estudios comparativos de mercado sobre la demanda de calor de baja temperatura;
- cuantificación de las emisiones de CO<sub>2</sub> de las diversas fuentes de energía utilizadas para calefacción;
- remplazamiento de sistemas de calefacción antiguos en cuando menos la mitad de los edificios públicos con sistemas a base de RES. Se deberá priorizar el uso del calor natural;
- incentivos financieros para instalar sistemas de calefacción y climatización en nuevos edificios grandes;

- capacitación de diseñadores, instaladores y operadores de mantenimiento para bombas de calor geotérmico;
- campañas en las escuelas para aumentar el conocimiento del calor terrestre y sus ventajas.

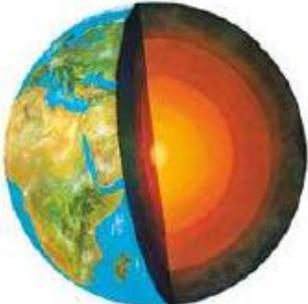


**Strong development of geothermal energy in Italy is imperative and urgent to:**

- minimize dependence on imported fuels,
- curb the balance-of-payments deficit,
- mitigate the environmental impact of greenhouse gases,
- contribute to the country's sustainable development.

## THE NEW ITALIAN GEOTHERMAL MANIFESTO

for  
AN ACCELERATED  
DEVELOPMENT OF THE  
EARTH'S HEAT IN ITALY



THE EARTH'S HEAT

ENVIRONMENTALLY  
SUSTAINABLE RESOURCE:  
EVERYWHERE, FOR ALL,  
ALWAYS.

December 2011

Portada y contraportada de la versión en inglés del folleto de la Unión Geotérmica Italiana.