

Norme UNI per la Geotermia e attività CTI in corso

dott. Umberto Puppini

Coordinatore GL 03 Ambiente CT 256 del CTI
Impianti geotermici a bassa temperatura con pompa di calore

1



Regione Siciliana
Assessorato regionale dell'energia
e dei servizi di pubblica utilità



dott. Umberto Puppini



Attività GL 608 - CTI

	Comitato Termotecnico Italiano Energia e Ambiente Iscritto c/o la Prefettura di Milano nel Registro delle Persone Giuridiche al n. 604 Via Scarlatti 29 - 20124 Milano - P.IVA 11494010157 Tel. +39.02.266.265.1 Fax +39.02.266.265.50 cti@cti2000.it – www.cti2000.it	
	11/11/2011 GL 608 SG1 e SG4 "Impianti Geotermici a Pompa di Calore" Coordinatore: dott. Umberto Puppini Project Leader: dr. Antonio Panvini Project Assistant: ing. Dario Molinari	

UNI 11466:2012 – [Impianti geotermici a pompa di calore - Requisiti per il dimensionamento e la progettazione](#)

UNI 11467:2012 – [Impianti geotermici a pompa di calore - Requisiti per l'installazione](#)

UNI 11468:2012 – [Impianti geotermici a pompa di calore - Aspetti ambientali](#)

UNI TS 11487:2013 – [Impianti geotermici a pompa di calore - Requisiti per l'installazione di impianti ad espansione diretta](#)

SG4 Codice: E0206D570 - Impianti geotermici a pompa di calore: Progettazione pozzi per acqua – approvata da UNI

SG1 Codice: E0206D290 - Impianti geotermici a pompa di calore: monitoraggio energetico, ambientale e manutenzione - in corso



Regione Siciliana
Assessorato regionale dell'energia
e dei servizi di pubblica utilità



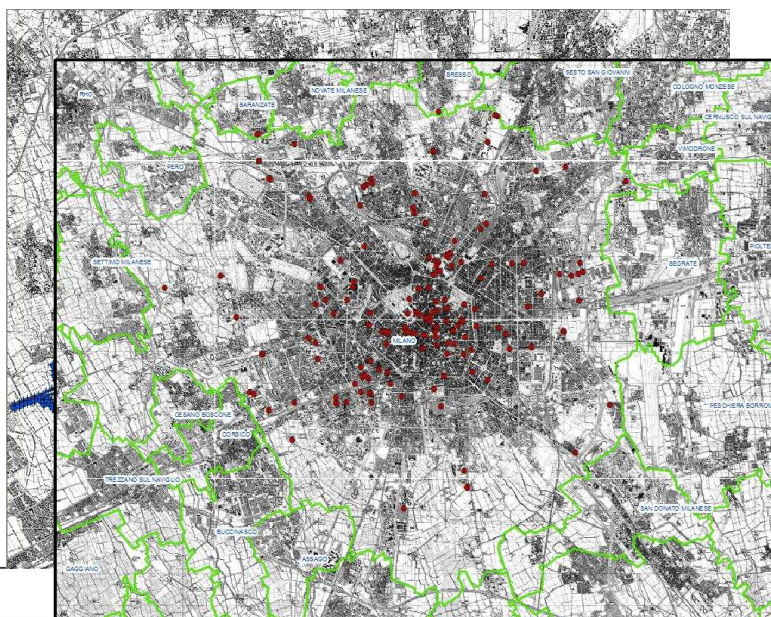
dott. Umberto Puppini



2 di 18

Un contesto tipico: le città di pianura

Impianti a fonte geotermica con sistemi a circuito aperto a Milano città:
oltre 300 di cui 2/3 con restituzione in falda, per un volume pari al 55% del sollevato medio annuale (Q media > 20 l/s), con potenza installata stimata di oltre 125 MW per una produzione stimata di energia termica superiore a 100 GWh/anno



Regione Siciliana
Assessorato regionale dell'energia
e dei servizi di pubblica utilità

E.GEO
ENERGIA GEOTERMICA

GEOLOGO Fabrizio
Cambursano



ANIGHp
ASSOCIAZIONE NAZIONALE IMPIANTI GEOTERMICI A CIRCUILO APERTO

SI Energia

Distribuzione densità popolazione...

...come indicatore di distribuzione del fabbisogno idrico ed energetico

- Gran parte del **sottosuolo** contiene **acqua**, usata da lungo tempo direttamente tramite infrastrutture distribuite in tutto il territorio (75% fabbisogno acqua potabile)
- La distribuzione del fabbisogno idrico coincide con quella del fabbisogno energetico
- Le acque sotterranee hanno proprietà termiche utili e sono una risorsa rinnovabile.



Regione Siciliana
Assessorato regionale dell'energia
e dei servizi di pubblica utilità

E.GEO
ENERGIA GEOTERMICA

GEOLOGO Fabrizio
Cambursano

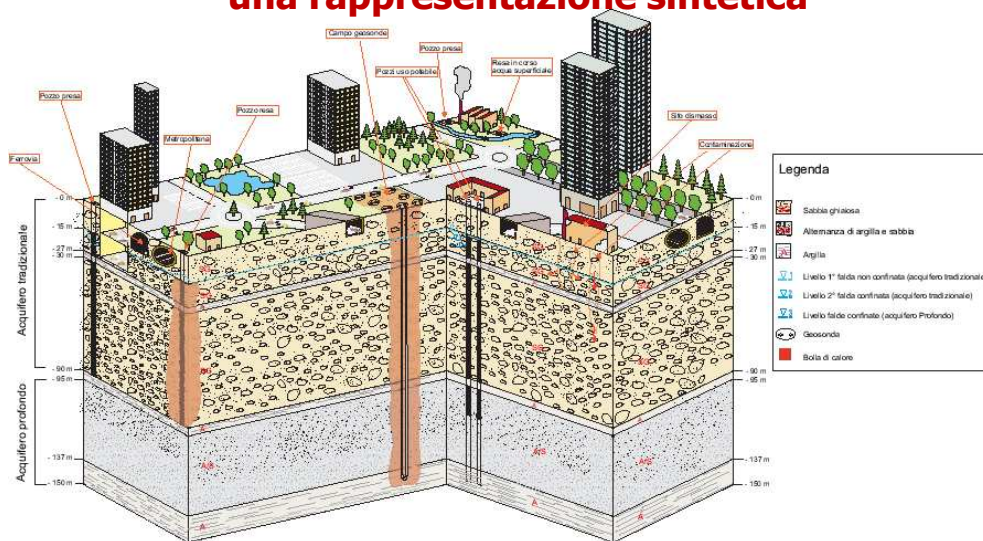
dot. Umberto Puggini



ANIGHp
ASSOCIAZIONE NAZIONALE IMPIANTI GEOTERMICI A CIRCUILO APERTO

SI Energia

Il sottosuolo urbano: una rappresentazione sintetica



Regione Siciliana
Assessorato regionale dell'energia
e dei servizi di pubblica utilità

E. GEO
ENERGIA GEOTERMICA

GEOLOGO Fabrizio
Cambursano

dot. Umberto Poggini



ANIGHp
ASSOCIAZIONE NAZIONALE IMPIANTI GEOTERMICI A BASSA PRESSIONE

SI Energia

5 di 18

Norma UNI 11468:2012

Struttura: prima bozza (2011), seconda bozza (2013)

0. Introduzione	0. Introduzione	5
1. Scopo e campo d'applicazione	1. Scopo e campo d'applicazione	5
2. Riferimenti normativi	2. Principali riferimenti normativi	6
3. Definizioni	3. Termini e definizioni	6
4. Analisi, progettazione ed esecuzione	4. Analisi per la progettazione	7
4.1. Approccio metodologico	4.1. Analisi preliminare	7
4.2. Verifiche preliminari	4.2. Identificazione del contesto di progetto	8
4.2.1. Identificazione dell'obiettivo di progetto	4.3. Analisi di fattibilità geologica	10
4.2.2. Verifica di fattibilità geologica e ambientale e predimensionamento	4.3.1. Generalità	10
4.2.3. Test e indagini preliminari	4.3.2. Caratteristiche geometriche	10
4.3. Dimensionamento dell'opera, scelta del metodo di perforazione e scelta dei materiali	4.3.3. Caratteristiche idrogeologiche	11
4.4. Esecuzione dell'opera	4.3.4. Definizione preliminare del chimismo delle falde	12
4.4.1. Pianificazione e coordinamento della sicurezza	4.4. Analisi di fattibilità ambientale	12
4.4.2. Aggiornamento e revisione del dimensionamento in corso d'opera	4.4.1. Generalità	12
4.4.3. Verifiche e collaudi	4.4.2. Impatto della perforazione	12
4.4.4. Avviamento	4.4.3. Ripristino della continuità degli orizzonti	13
4.5. Monitoraggio quantitativo e/o qualitativo	4.4.4. Gestione residui della perforazione e delle acque estratte	13
4.5.1. Manutenzione	4.4.5. Rischio microbiologico	14
4.6. Dismissione		

Dunque conoscenza **contesto geologico e ambientale**
come premessa e **fil rouge** di tutta la norma



Regione Siciliana
Assessorato regionale dell'energia
e dei servizi di pubblica utilità

E. GEO
ENERGIA GEOTERMICA

GEOLOGO Fabrizio
Cambursano

dot. Umberto Poggini



ANIGHp
ASSOCIAZIONE NAZIONALE IMPIANTI GEOTERMICI A BASSA PRESSIONE

SI Energia

6 di 18

GLI IMPIANTI GEOTERMICI DI NUOVA GENERAZIONE		Palermo, 1 dicembre 2015
5.1. Generalità	14	
5.2. Salvaguardia ambientale	14	
5.2.1. Impatto della perforazione	14	14
5.2.2. Ripristino della continuità degli orizzonti	14	14
5.2.3. Gestione residui della perforazione e delle acque estratte	15	15
5.3. Identificazione degli acquiferi	15	
5.3.1. Generalità	15	15
5.3.2. Chimismo delle falde	15	15
5.3.3. Potenzialità idrica	15	15
5.3.3.1. Generalità	16	16
5.3.3.2. Campionamento del terreno	16	16
5.3.3.3. Stima della porosità	17	17
5.3.3.4. Prova di strato con test idraulico	18	18
5.4. Funzionalità ed efficienza idraulica del pozzo	19	
5.4.1. Generalità	19	19
5.4.2. Predimensionamento delle tubazioni	19	19
5.4.3. Predimensionamento dei filtri	21	21
5.4.4. Predimensionamento del drenaggio artificiale	21	21
5.4.5. Rischi di alterazione degli acquiferi e delle falde	22	22
5.4.6. Tecniche di sviluppo dei pozzi	22	22
5.5. Affidabilità nel tempo ed economicità	22	
5.5.1. Generalità	22	22
5.5.2. Corrosione	23	23
5.5.3. Incrostazione	23	23
5.5.4. Erosione	24	24
5.5.5. Instabilità del dreno	24	24
5.5.6. Scelta dei materiali	24	24
5.5.6.1. Generalità	24	24
5.5.6.2. Tubi	24	24
5.5.6.3. Filtri	25	25
5.5.6.4. Drenaggio	25	25
5.5.6.5. Cementazioni, argillificazioni e riempimenti	25	25
6. Progettazione definitiva	25	
6.1. Generalità	26	26
6.2. Dimensionamento strutturale dell'opera	26	
Diametro delle tubazioni e dei filtri	26	26
Diametro di perforazione	27	27
Spessore delle tubazioni	27	27
Resistenza dei filtri	28	28
Altezza delle impermeabilizzazioni	28	28
Profondità	29	29
6.3. Scelta della tecnica di perforazione	29	29
6.4. Verifiche di capacità dei pozzi	29	29
6.5. Operazioni complementari	30	30
Predisposizioni	30	30
Distinzioni	30	30
6.6. Produzione del pozzo	30	30
6.6.1. Programma di manutenzione	30	30
6.6.2. Vigilanza del pozzo	31	31
6.6.3. Stime di costo del pozzo	31	31
7. Contenuti del documento progetto	32	32

GLI IMPIANTI GEOTERMICI DI NUOVA GENERAZIONE		Palermo, 1 dicembre 2015
Iterabilità del processo		
0. INTRODUZIONE		
La norma è finalizzata a definire i requisiti di progettazione di pozzi destinati all'uso permanente o temporaneo di acque sotterranee. Questa norma va intesa come strumento destinato:		
<ul style="list-style-type: none"> • al progettista che, insieme con i parametri tecnici, economici ed altre valutazioni di ordine amministrativo, se ne serve per verificare la fattibilità del progetto e per dimensionarlo; • alle imprese che realizzano le opere con lavori di perforazione, di posa di materiali e manufatti nel sottosuolo, di manutenzione delle opere stesse, nonché alle imprese che installano, allestiscono, mantengono e gestiscono gli impianti per il sollevamento delle acque sotterranee; • ai gestori di risorse idriche destinate all'uso potabile o in genere all'uso pubblico (per esempio consorzi irrigui o altri consorzi di scopo per distribuzione acque ad uso industriale, antincendio, scambio termico etc.); • agli Enti preposti alle autorizzazioni amministrative e alla vigilanza. 		
<p>La progettazione è finalizzata a individuare la risorsa utile a soddisfare il fabbisogno richiesto e le modalità per servirsene. Il processo di progettazione è articolato in diverse fasi e nella loro eventuale iterazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> • analisi per la progettazione (identificazione del contesto di progetto, analisi di fattibilità geologica, analisi di fattibilità ambientale, prove e indagini); • progettazione preliminare (identificazione degli acquiferi, funzionalità ed efficienza, affidabilità ed economicità); • progettazione definitiva (dimensionamento dell'opera, scelta della tecnica di perforazione, manutenzione, durata, dismissione). 		
<p>Regione Siciliana Assessorato regionale dell'energia e dei servizi di pubblica utilità</p> <p>E.GEO ENERGIA GEOTERMICA</p> <p>geologo Fabrizio Cambursano</p> <p>dott. Umberto Puggini grammi</p> <p>ANIGHp ASSOCIAZIONE NAZIONALE IMPIANTI GEOTERMICI A BASSA PRESSIONE</p> <p>SI Energia</p>		
8 di 18		

Attenzione al campo d'azione

1. SCOPO E CAMPO D'APPLICAZIONE

Scopo della norma è indicare le modalità ottimali di progettazione e di costruzione di pozzi per acqua destinati al soddisfacimento del fabbisogno di acque per gli usi evidenziati **nel rispetto delle norme di tutela quantitativa e qualitativa della risorsa e delle esigenze sanitarie e ambientali.**

Le opere oggetto della norma interessano e investono gli acquiferi presenti nel sottosuolo alimentati con apporti di acque utili al loro impiego.

La presente norma riguarda le **opere di captazione di acque sotterranee realizzate mediante perforazione** e, in particolare:

- **opere a sviluppo verticale (pozzi)**
- **opere a sviluppo orizzontale (dreni orizzontali)**

usate per estrarre acqua per gli usi consentiti dalla legge (D. Lgs. 152/2006, D. Lgs. 4/2008, etc.) ovvero uso potabile, irriguo, industriale, scambio termico, igienico-sanitario, antincendio, domestico, zootecnico, acque minerali, idrotermale, etc. e per altri scopi (sbarramenti idraulici, alimentazione della falda, abbassamento della falda, etc.)

Scopo della norma è definire le modalità di progettazione di pozzi per acqua destinati al soddisfacimento del fabbisogno delle utenze pubbliche o private nel rispetto delle norme di tutela quantitativa e qualitativa della risorsa e delle esigenze sanitarie e ambientali.

Le opere oggetto della norma interessano e investono gli acquiferi presenti nel sottosuolo alimentati con acque utilizzabili per diversi scopi **ed anche gli acquitardi e gli acquicludi che li separano.** →

La norma riguarda le opere che interessano le acque sotterranee realizzate mediante perforazione e, in particolare, quelle a sviluppo verticale o a sviluppo orizzontale **e sub-orizzontale** necessarie per estrarre **o immettere acqua** per gli usi potabile, irriguo, industriale, scambio termico, igienico-sanitario, antincendio, domestico, zootecnico, acque minerali (**imbottigliamento**), idrotermale e per altri scopi particolari (sbarramenti idraulici, alimentazione della falda, abbassamento della falda, etc.).

La norma riguarda anche la progettazione dei sistemi di monitoraggio delle falde attraverso piezometri. →



Regione Siciliana
Assessorato regionale dell'energia
e dei servizi di pubblica utilità

E.GEO
ENERGIA GEOTERMICA

GEOLOGO Fabrizio
Cambursano

dott. Umberto Poggini



ANIGHp
ASSOCIAZIONE NAZIONALE IMPIANTI GEOTERMICI A BASSA PRESSIONE

SI Energia

9 di 18

2. PRINCIPALI RIFERIMENTI NORMATIVI

La presente norma rimanda, mediante riferimenti datati e non, a disposizioni contenute in altre pubblicazioni. Tali riferimenti normativi sono citati nei punti appropriati del testo e sono di seguito elencati. Per quanto riguarda i riferimenti datati, successive modifiche o revisioni apportate a dette pubblicazioni valgono unicamente se introdotte nella presente norma come aggiornamento o revisione. Per i riferimenti non datati vale l'ultima edizione della pubblicazione alla quale si fa riferimento (compresi gli aggiornamenti).

3. TERMINI E DEFINIZIONI

Circa sessanta voci



Regione Siciliana
Assessorato regionale dell'energia
e dei servizi di pubblica utilità

E.GEO
ENERGIA GEOTERMICA

GEOLOGO Fabrizio
Cambursano

dott. Umberto Poggini



ANIGHp
ASSOCIAZIONE NAZIONALE IMPIANTI GEOTERMICI A BASSA PRESSIONE

SI Energia

10 di 18

4. ANALISI, PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE

4.1 APPROCCIO METODOLOGICO

La **progettazione** è finalizzata a individuare la risorsa utile a soddisfare il fabbisogno chiesto e le modalità per estrarla e servirsene.

Trattandosi di risorse sotterranee, per analogia con la ricerca di idrocarburi, il **processo di progettazione** è articolato in diverse fasi e nella loro eventuale iterazione:

- Analisi preliminari (identificazione dell'obiettivo di progetto, verifica fattibilità geologica e ambientale e predimensionamento, test e indagini preliminari)
- Progettazione (dimensionamento dell'opera, scelta del metodo di perforazione, scelta dei materiali)
- Esecuzione dell'opera (pianificazione e coordinamento della sicurezza, aggiornamento e/o revisione del dimensionamento in corso d'opera, verifiche e collaudi, avviamento)
- Monitoraggio quantitativo e/o qualitativo e manutenzione
- Dismissione.

4. ANALISI PER LA PROGETTAZIONE

4.1 Generalità

Nell'identificare il contesto investito dalle azioni di progetto ci si deve basare su due elementi-chiave:

- **obiettivo di progetto (ovvero uso e quantità della risorsa interessata);**
- **identificazione della struttura idrogeologica.**



Regione Siciliana
Assessorato regionale dell'energia
e dei servizi di pubblica utilità

E.GEO
ENERGIA GEOTERMICA

GEOLOGO Fabrizio
Cambursano

dott. Umberto Poggini



ANIGHp
ASSOCIAZIONE NAZIONALE IMPRATI GEOTERMICI NELLA PUNTA

SI Energia

11 di 18

Appendice A – Verifiche preliminari

Condizione del sito

Indicazioni di analisi

Presenza zona di rispetto opera di captazione d'acqua potabile (pozzo, sorgente, corso d'acqua, bacino idrico etc.)

Potenzialmente contaminato

Con contaminazione accertata

In prossimità di area protetta o instabile

In prossimità di una discarica di RSU

In prossimità di altri impianti simili

In prossimità di confini con proprietà private e pubbliche (strade, autostrade, ferrovie etc.)

In prossimità di fosse settiche, impianti di subirrigazione, fondazioni, volumi interrati, reti fognarie, reti servizi vari, reti viabilità (comprese linee ferroviarie)

In presenza di ostacoli logistici significativi (luce accessi, viabilità etc.)

Verificare nel documento di pianificazione urbanistica locale e di tutti gli strumenti di pianificazione pertinenti

- Contattare ARPA
- Eseguire procedura per verifica stato di contaminazione
- Contattare ARPA
- Verificare collaudo avvenuta bonifica
- Valutare opportunità esecuzione o implementazione analisi di rischio
- Eseguire controllo analitico del cutting durante la perforazione

Accertare osservanza prescrizioni pianificazione locale

In salvaguardia, verificare che il progetto preveda di mantenere distanza minima dal confine

Verificare nel documento di pianificazione urbanistica locale e presso ufficio edilizia privata e pubblica

Rispetto Codice Civile e regolamenti

Verificare sottoservizi e soprasservizi esistenti e previsti e valutare conseguenze esercizio opera su altri manufatti

Verifica diretta



Regione Siciliana
Assessorato regionale dell'energia
e dei servizi di pubblica utilità

E.GEO
ENERGIA GEOTERMICA

GEOLOGO Fabrizio
Cambursano

dott. Umberto Poggini



ANIGHp
ASSOCIAZIONE NAZIONALE IMPRATI GEOTERMICI NELLA PUNTA

SI Energia

12 di 18

Parametri struttura idrogeologica

<u>Tipo di falda</u>	<u>Matrice</u>	<u>Dati/Parametri Struttura Idrogeologica</u>
<u>Libera o in pressione</u>	Acquifero	<ul style="list-style-type: none"> • presenza vincoli e criticità (Appendice A) • stratigrafia presunta o di riferimento • densità • porosità totale • porosità efficace • saturazione • conducibilità idraulica • spessore • trasmissività
	Falde	<ul style="list-style-type: none"> • carico idraulico • direzione e verso del flusso • gradiente di flusso • velocità di filtrazione lineare effettiva in condizioni di equilibrio • condizioni di alimentazione naturale (ricarica) e artificiale (es. stagni) • drenaggi naturali e artificiali



Regione Siciliana
Assessorato regionale dell'energia
e dei servizi di pubblica utilità

E.GEO
ENERGIA GEOTERMICA

GEOLOGO Fabrizio
Cambursano

dott. Umberto Poggini



ANIGhp
ASSOCIAZIONE NAZIONALE IMPIANTI GEOTERMICI A BASSA PRESSIONE

SI Energia

13 di 18

Indagini propedeutiche

<u>Matrice</u>	<u>Indagini Dirette</u>	<u>Indagini Indirette</u>
<u>Terreno</u>	<ul style="list-style-type: none"> • campionamento • test in situ 	<ul style="list-style-type: none"> • informazioni disponibili • indagini geofisiche e isotopiche
	<u>Falda</u>	<ul style="list-style-type: none"> • misura livello falde • verifica qualità acque in situ • test quantitativi in situ • campionamento e analisi di laboratorio



Regione Siciliana
Assessorato regionale dell'energia
e dei servizi di pubblica utilità

E.GEO
ENERGIA GEOTERMICA

GEOLOGO Fabrizio
Cambursano

dott. Umberto Poggini



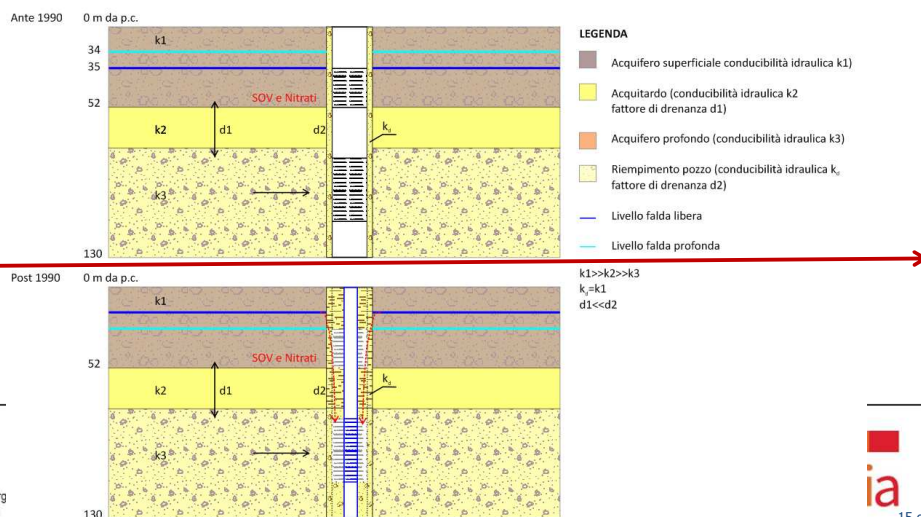
ANIGhp
ASSOCIAZIONE NAZIONALE IMPIANTI GEOTERMICI A BASSA PRESSIONE

SI Energia

14 di 18

Struttura idrogeologica

organizzata e descritta come Modello Concettuale secondo Direttiva 2006/118/EC su protezione acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento, recepita con D. Lgs. 16 marzo 2009, n. 30 (art. 1 c.1 e Allegato 1)



Definizione Modello Concettuale

'Il modello concettuale rappresenta il sistema delle acque sotterranee sulla base delle conoscenze delle caratteristiche naturali (tipo di acquifero, struttura tridimensionale, condizioni idrauliche ed al contorno) e delle pressioni e degli impatti idrogeologici e ambientali.'

Per le finalità attuative del presente decreto si considerano due tipi di modello concettuale:

- 1) il modello concettuale regionale descrittivo, alla scala del corpo idrico sotterraneo, dei fattori naturali e antropici che richiedono l'individuazione di un sito/rete di monitoraggio e dei criteri di interpretazione dei risultati delle attività di monitoraggio;*
- 2) il modello concettuale locale descrittivo dei fattori locali che influenzano il comportamento in termini sia chimici sia quantitativi dei singoli siti di monitoraggio.'*

GLI IMPIANTI GEOTERMICI DI NUOVA GENERAZIONE Palermo, 1 dicembre 2015

Attenzione e cura per:

- **Premesse metodologiche**
- **Semplificazione espositiva**
- **Praticabilità**
- **Coerenza interna (self consistency)**

Geologia e Ambiente

fil rouge

Ci siamo riusciti? Ai posteri l'ardua sentenza!







17 di 18

GLI IMPIANTI GEOTERMICI DI NUOVA GENERAZIONE Palermo, 1 dicembre 2015

Conclusione

Obiettivi della progettazione

- **Conoscere e rappresentare il contesto idrogeologico e ambientale**
- **Perseguire massima efficienza e durabilità opere**
- **Evitare danni ambientali**
- **Non ledere diritti di terzi**
- **Rendere affidabile la gestione dell'esercizio**

Conseguenze attese

- **Favorire l'uso razionale delle risorse**
- **Incrementare l'affidabilità nel mercato del settore**







18 di 18

Grazie dell'attenzione!

Umberto Puppini

www.gram.mi.it



Regione Siciliana
Assessorato regionale dell'energia
e dei servizi di pubblica utilità

E.GEO
ENERGIA GEOTERMICA

GEOLOGO Fabrizio
Cambursano

dott. Umberto Puppini



ANIGHp
ASSOCIAZIONE NAZIONALE IMPIANTI GEOTERMICI A SALI FUSI

SI Energia