



Penetrometer

Rocchi, Irene; Tonni, Laura; Gottardi, Guido

Publication date:
2017

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Rocchi, I., Tonni, L., & Gottardi, G. (2017). IPC No. E02D1/02. Penetrometer (Patent No. ITUA20164208.)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102016000058758
Data Deposito	08/06/2016
Data Pubblicazione	08/12/2017

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
E	02	D	1	02

Titolo

**STRUMENTO DI VERIFICA DEL GRADO DI SATURAZIONE DI UN GRUPPO SENSORE DI
PRESSIONE DI UN PIEZOCONO, E METODO PER EFFETTUARE TALE VERIFICA**

DESCRIZIONE

Annessa a domanda di brevetto per INVENZIONE INDUSTRIALE avente per titolo

“STRUMENTO DI VERIFICA DEL GRADO DI SATURAZIONE DI UN GRUPPO SENSORE DI PRESSIONE DI UN PIEZOCONO, E METODO PER EFFETTUARE TALE VERIFICA”

A nome: ALMA MATER STUDIORUM – UNIVERSITA' DI BOLOGNA
Via Zamboni, 33
40126 Bologna

Mandatari: Ing. Marco CONTI, Albo iscr. nr.1280 BM,
Ing. Simone MILLI, Albo iscr. Nr. 1517 BM

La presente invenzione ha per oggetto uno strumento di verifica di un grado di saturazione di un gruppo sensore di pressione di un piezocono.

In particolare, tale strumento è uno strumento di verifica del grado corrente di saturazione di un gruppo sensore di pressione che è configurato per la
5 misura della pressione interstiziale del terreno e che fa parte di un piezocono. In generale, per piezocono si intende un penetrometro statico con punta elettrica che prevede almeno la misura della pressione interstiziale del terreno (oltre a la resistenza all'avanzamento e alla frizione laterale agenti sul piezocono ed esercitate dal terreno).

10 La presente invenzione ha per oggetto anche un metodo per effettuare tale verifica e un apparato comprendente un piezocono associato a tale strumento.

Il piezocono è in particolare adatto ad effettuare prove penetrometriche statiche.

15 La prova penetrometrica statica è diventata negli ultimi anni la strategia di indagine maggiormente utilizzata per la definizione del profilo stratigrafico e la caratterizzazione in sito di un deposito di terreno. In particolare, l'impiego della prova penetrometrica statica con misura delle pressioni interstiziali (di seguito chiamata prova con piezocono), pur essendo di

introduzione relativamente recente, è già diventata una prova standard nel panorama delle possibili indagini geotecniche in sito, grazie alla relativa semplicità di impiego, al basso costo e alla disponibilità di una notevole esperienza acquisita. La possibilità di misurare le pressioni interstiziali del terreno durante la prova migliora significativamente la qualità del profilo stratigrafico ricavato da una prova penetrometrica statica, in quanto consente di individuare anche sottili lenti di terreno e permette una maggiore accuratezza nella stima dei parametri meccanici.

5 Il piezocono svolge la funzione di sonda per misurare la resistenza del terreno durante l'avanzamento del piezocono nel terreno stesso.

Una tipologia di piezocono che può essere utilizzato nelle attività di analisi stratigrafica si estende lungo un asse di sviluppo.

Il piezocono include un gruppo sensore di pressione, per rilevare la pressione interstiziale del terreno. Tale pressione interstiziale del terreno, detta anche "sovrappressione interstiziale", si sviluppa durante l'avanzamento del piezocono nel terreno stesso. Tale gruppo sensore comprende un trasduttore di pressione interno al piezocono.

15 Tale trasduttore di pressione per esempio può operare mediante la deflessione di una lamina.

20 Il gruppo sensore comprende un elemento anulare poroso atto ad evitare che nel gruppo sensore entrino agglomerati o particelle di materiale solido di dimensioni eccessive.

La superficie laterale esterna dell'elemento anulare poroso definisce una porzione superficiale del piezocono situata intorno all'asse di sviluppo del piezocono stesso.

25 Per fare in modo che la pressione interstiziale del terreno si propaghi fino al trasduttore di pressione, il gruppo sensore comprende un condotto situato all'interno di tale piezocono e interposto fra l'elemento anulare poroso e il trasduttore, in modo che il trasduttore possa rilevare la pressione esercitata su detta porzione superficiale. Quest'ultima porzione

30

superficiale, come detto sopra, coincide con la superficie laterale esterna dell'elemento anulare poroso.

Durante l'utilizzo del piezocono, il gruppo sensore contiene un liquido di lavoro che può essere anche differente dal liquido interstiziale presente nel terreno, del quale si intende rilevare la pressione, che viene detta appunto pressione interstiziale o pressione nei pori del terreno. Tale liquido di lavoro è almeno parzialmente in equilibrio con il liquido interstiziale, in modo che variazioni nella pressione del liquido interstiziale determinano corrispondenti variazioni nella pressione del liquido di lavoro, e quindi corrispondenti variazioni misurate dal gruppo sensore.

Nel liquido di lavoro, durante il rilevamento della pressione interstiziale, possono essere presenti delle bolle d'aria. Tali bolle d'aria possono essere dovute alle operazioni di assemblaggio del piezocono o a una mancata saturazione dell'elemento anulare poroso o a fenomeni di cavitazione del liquido di lavoro interno dell'elemento anulare poroso E, che possono avvenire qualora la punta del piezocono si trovi ad attraversare terreni che provocano una sovrappressione negativa.

Tali bolle d'aria causano una certa deformabilità della massa di liquido contenuta nel gruppo sensore, nel senso che parte della sovrappressione interstiziale che viene generata nel terreno e che si desidera misurare, e che agisce sulla superficie laterale esterna dell'elemento anulare poroso, viene utilizzata per comprimere tali bolle d'aria. In questo caso il liquido contenuto nel gruppo sensore si comporta come se fosse "comprimibile", ad un livello che può essere anche non trascurabile.

Attualmente esistono degli apparati che consentono di migliorare la saturazione del gruppo sensore, mediante l'eliminazione di almeno una parte di tali bolle d'aria, per esempio quelli descritti nei documenti brevettuali CN101858073 e CN204112301.

Tali apparati non consentono di valutare il livello o grado di saturazione del gruppo sensore di pressione.

Scopo della presente descrizione è rendere disponibile uno strumento di verifica di un grado di saturazione (ovvero del grado di saturazione, ovvero del livello di saturazione corrente, ossia all'atto della misurazione) di un gruppo sensore di pressione di un piezocono, e un metodo per effettuare
5 tale verifica, che permettano di compiere tale verifica in situ ovvero sul campo.

Altro scopo della presente descrizione è proporre uno strumento di verifica di un grado di saturazione di un gruppo sensore di pressione di un piezocono, e un metodo per effettuare tale verifica, che permettano di
10 compiere tale verifica rapidamente e appena prima dell'utilizzo del piezocono stesso.

Altro scopo della presente descrizione è proporre uno strumento di verifica di un grado di saturazione di un gruppo sensore di pressione di un piezocono, e un metodo per effettuare tale verifica, che permettano di
15 compiere tale verifica al termine dell'utilizzo del piezocono stesso per verificare un'eventuale cambiamento del grado di saturazione nel corso dell'utilizzo del piezocono stesso.

Altro scopo della presente descrizione è proporre uno strumento di verifica di un grado di saturazione di un gruppo sensore di pressione di un
20 piezocono, che sia compatto e facilmente trasportabile insieme al piezocono stesso.

Ulteriore scopo della presente invenzione è proporre un apparato di misurazione della pressione interstiziale che si sviluppa durante
l'avanzamento nel terreno di un piezocono per analisi stratigrafiche dei
25 terreni, comprendente uno strumento di verifica di un grado di saturazione di un gruppo sensore di pressione di tale piezocono.

Detti scopi sono pienamente raggiunti dallo strumento di verifica, dal metodo e dall'apparato oggetto della presente descrizione, che si possono caratterizzare per quanto contenuto in una qualsiasi combinazione di una
30 o più delle rivendicazioni allegate alla presente domanda e relative rispettivamente a tali strumento, metodo ed apparato.

In particolare, la presente descrizione concerne uno strumento di verifica di un grado di saturazione di un gruppo sensore di pressione di un piezocono, comprendente:

- 5 - una struttura anulare, che si estende intorno ad un passaggio atto a ricevere il piezocono per inserimento nel passaggio;
- una membrana che delimita la struttura anulare, definendo una superficie anulare affacciata al passaggio, per essere operativamente in contatto con un elemento anulare poroso di detto gruppo sensore del piezocono;
- 10 - un pressurizzatore operativamente attivo sulla membrana per trasmettere un impulso di pressione di intensità prestabilita alla membrana.

Secondo un altro aspetto, la presente descrizione concerne un metodo di verifica di un grado di saturazione di un gruppo sensore di pressione di un piezocono, comprendente le seguenti fasi:

- 15 - generazione di un impulso di pressione di intensità nota;
- trasmissione di detto impulso alla superficie laterale esterna di un elemento anulare poroso di tale gruppo sensore;
- acquisizione di un valore di pressione rilevato da un trasduttore di pressione di tale gruppo sensore, in risposta all'impulso di pressione
- 20 trasmesso;
- confronto tra tale valore acquisito e tale intensità nota dell'impulso generato.

Secondo un ulteriore aspetto la presente descrizione concerne un apparato di misurazione della pressione interstiziale del terreno che si

25 sviluppa durante l'avanzamento nel terreno stesso di un piezocono per analisi stratigrafiche dei terreni, comprendente:

- un piezocono;
- uno strumento di verifica secondo la presente descrizione.

Le caratteristiche di tali strumento, metodo e apparato secondo la

30 presente descrizione risulteranno maggiormente evidenziate dalla descrizione dettagliata seguente relativa a rispettive realizzazioni di tali

strumento, metodo e apparato, offerte a puro titolo esemplificativo e non limitativo e con riferimento alle unite tavole di disegno, in cui:

- la figura 1 mostra una vista parzialmente in sezione di uno strumento secondo una possibile realizzazione della presente descrizione

5 - la figura 2 mostra una sezione laterale di un esempio di piezocono per analisi stratigrafiche;

- la figura 3 mostra tale strumento secondo una possibile realizzazione della presente descrizione, in una situazione in cui lo strumento stesso è calzato su tale piezocono, e in cui solo tale strumento è parzialmente
10 sezionato.

Nelle figure 2 e 3 è mostrato un piezocono P che include un gruppo sensore di pressione configurato per rilevare la pressione interstiziale che si sviluppa mentre il piezocono P stesso avanza nel terreno stesso. Tale gruppo sensore è indicato con G.

15 Tale pressione interstiziale è la pressione esercitata da almeno un liquido interstiziale presente nei pori del terreno, e può essere definita anche "sovrappressione interstiziale".

Il piezocono P, in generale, è una tipologia di penetrometro utilizzabile per analisi stratigrafiche che permette anche la misura delle pressioni
20 interstiziali del terreno.

L'esempio di piezocono P mostrato nelle figure allegate comprende un corpo cilindrico P1 e una testa o punta conica P2. Il piezocono P si estende o sviluppa lungo un suo asse di sviluppo X, che attraversa il corpo cilindrico P1 e la testa conica P2.

25 Nella figura 3 il piezocono P è mostrato da un piano parallelo all'asse di sviluppo X, indicato solo in figura 2, mentre nella figura 2 il piezocono P è mostrato sezionato secondo un piano contenente l'asse di sviluppo X.

Il gruppo sensore G, nell'esempio di piezocono P mostrato nelle figure 2 e 3, comprende un elemento anulare poroso E, la cui superficie laterale
30 esterna S definisce una porzione superficiale del piezocono P situata intorno al suo asse di sviluppo X.

Tale porzione superficiale, che coincide con la superficie laterale esterna S dell'elemento anulare poroso E, è situata, nell'esempio di piezocono P mostrato nelle figure allegate, sul corpo cilindrico P1, ed è quindi una superficie cilindrica situata intorno all'asse di sviluppo X del piezocono P.

5 Come si nota in figura 2, l'esempio di gruppo sensore G mostrato nelle figure allegate comprende un trasduttore di pressione T interno a tale piezocono P, e un condotto C interposto fra l'elemento anulare poroso E e il trasduttore T, in modo che il trasduttore T possa rilevare la pressione esercitata su detta porzione superficiale del piezocono P che coincide con
10 la superficie laterale esterna S dell'elemento anulare poroso E.

Nella figura 2 sono visibili due settori dell'elemento anulare poroso E. Tali settori dell'elemento anulare poroso E sono situati da parti reciprocamente opposte rispetto all'asse di sviluppo X del piezocono P, e sono visibili in sezione in figura 2.

15 Corrispondentemente, nella figura 2 sono visibili due settori della superficie laterale esterna S dell'elemento anulare poroso E. Tali settori della superficie laterale esterna S dell'elemento anulare poroso E sono definite dai rispettivi settori dell'elemento anulare poroso E, menzionati sopra e visibili sezionati in figura 2. Anche tali settori della superficie
20 laterale esterna S sono quindi situati da parti reciprocamente opposte rispetto a tale asse di sviluppo X e sono mostrati sezionati e quindi coincidenti con delle rispettive linee.

Per rilevare la resistenza all'avanzamento del piezocono P opposta dal terreno, il piezocono P preferibilmente include uno o più trasduttori di
25 sforzo o celle di carico.

In una possibile forma realizzativa, il piezocono P include un (primo) trasduttore di sforzo T', configurato (e disposto in modo da essere in grado di) per rilevare sforzi assiali agenti sul piezocono P lungo il suo asse di sviluppo X, adatti a dare luogo ad una forza assiale. Tali sforzi sono
30 correlati rispettivamente alla resistenza all'avanzamento che il terreno oppone alla punta del piezocono P (forza assiale).

In una possibile forma realizzativa, il piezocono P include (anche) un (secondo) trasduttore di sforzo T'', configurato (e disposto in modo da essere in grado di) per rilevare sforzi tangenziali agenti sulla superficie laterale dello stesso, situata intorno al suo asse di sviluppo X, adatti a dare luogo ad una forza tangenziale o di taglio. Tali sforzi sono correlati
5 rispettivamente alla frizione laterale esercitata dal terreno stesso sul piezocono P (forza tangenziale).

Dunque, il piezocono P può essere anche configurato per rilevare gli sforzi agenti sul piezocono P trasversalmente e preferibilmente ortogonalmente
10 al suo asse di sviluppo X, e quindi la forza trasversale agente sul piezocono P.

Nella figura 1 è mostrato uno strumento di verifica 1 secondo una possibile realizzazione della presente descrizione. Lo strumento di verifica 1 è configurato per rilevare o verificare un grado o livello di saturazione di un
15 gruppo sensore di pressione G di un piezocono P.

Nella situazione della figura 3, lo stesso strumento 1 è calzato o montato sul piezocono P.

Nella figura 3 lo strumento 1 è mostrato parzialmente sezionato secondo un piano contenente l'asse di sviluppo X del piezocono P, mentre il
20 piezocono P è visto da un piano parallelo a tale asse di sviluppo X, ma non è sezionato.

Lo strumento 1 comprende una struttura 2, che si estende intorno ad un passaggio F atto a ricevere il piezocono P; il passaggio F è indicato solo nella figura 1 e non nella figura 3 in quanto nella figura 3 è occupato dal
25 piezocono P, che risulta inserito nel passaggio stesso.

Lo strumento 1 comprende una camera 3, almeno parzialmente interna alla struttura 2, per il contenimento di un liquido di misura.

In un esempio di realizzazione dello strumento 1, tale struttura 2 è anulare. Lo strumento 1 comprende una membrana 4 che delimita la camera 3,
30 definendo una superficie affacciata al passaggio F; la membrana 4 è adatta ad essere operativamente in contatto con l'elemento anulare

poroso E del gruppo sensore G del piezocono P, come mostrato nella figura 3.

La superficie affacciata al passaggio F definita dalla membrana 4, in un esempio di realizzazione dello strumento 1, è una superficie anulare.

5 La superficie affacciata al passaggio F definita dalla membrana 4, in un esempio di realizzazione dello strumento 1, è una superficie cilindrica.

Nella realizzazione dello strumento 1 di cui alle figure allegate, tale superficie affacciata al passaggio F definita dalla membrana 4 è una superficie anulare cilindrica.

10 Lo strumento 1 comprende un pressurizzatore 5 adatto ad essere in comunicazione di fluido con la camera 3 e configurato per trasmettere un impulso di pressione di intensità prestabilita alla membrana 4 attraverso tale liquido di misura contenuto nella camera 3.

In un esempio di realizzazione di uno strumento 1 secondo la presente
15 descrizione, la struttura 2 definisce una concavità 6 che si sviluppa intorno a detto passaggio F ed è rivolta verso detto passaggio F. La membrana 4 è vincolata alla struttura anulare 2 e disposta a chiusura della concavità 6 in modo tale da definire tale camera 3.

In un esempio di realizzazione di uno strumento 1 secondo la presente
20 descrizione, il passaggio F intorno al quale si estende la struttura 2 definisce un asse di inserimento I per l'inserimento del piezocono P.

Lo strumento 1, in figura 1, è parzialmente sezionato secondo un piano contenente tale asse di inserimento I.

In un esempio di realizzazione dello strumento 1, la superficie definita
25 dalla membrana 4 e affacciata a tale passaggio F, è parallela all'asse di inserimento I definito dal passaggio stesso.

Tale passaggio è adatto a fare in modo che un asse di sviluppo X dello stesso piezocono P sia operativamente coincidente con detto asse di inserimento I, come avviene nella situazione di figura 3.

30 In un esempio di realizzazione dello strumento 1 secondo la presente descrizione, la membrana 4 è adatta, quando la struttura 2 è calzata sul

piezocono 1 come ad esempio nella figura 3, ad essere operativamente in contatto con la superficie laterale esterna S dell'elemento anulare poroso E.

5 In un esempio di realizzazione dello strumento 1 secondo la presente descrizione, la membrana 4 è adatta, quando la struttura 2 è calzata sul piezocono 1 come ad esempio nella figura 3, ad essere affacciata a detta superficie laterale esterna S dell'elemento E.

In tal modo la membrana 4 rimane posizionata intorno all'asse di sviluppo X del piezocono P e a tale superficie laterale esterna S dell'elemento E, e
10 quindi intorno a tale porzione superficiale del piezocono P definita dalla stessa superficie laterale esterna S dell'elemento E.

Nelle figure 1 e 3, relativamente alla struttura 2, alla membrana 4 e alla camera 3, in quanto sezionate secondo un piano contenente l'asse di inserimento I del passaggio F o l'asse di sviluppo X del piezocono P, sono
15 visibili due parti situate da parti reciprocamente opposte dell'asse di inserimento I o dell'asse di sviluppo X.

In un esempio di realizzazione dello strumento 1 secondo la presente descrizione, la camera 3 definita dalla membrana 4 e dalla struttura 2 è una camera di forma anulare, per fare in modo che l'impulso di pressione
20 si distribuisca uniformemente tutto intorno ad una porzione superficiale del piezocono P. Tale porzione superficiale del piezocono P è definita dalla superficie laterale esterna S dell'elemento anulare poroso E.

Nella tipologia di piezocono P mostrata nelle figure allegate, tale porzione superficiale è situata sul corpo P1 del piezocono P.

25 Con riferimento all'esempio di piezocono P di cui alle figure allegate, sia la superficie definita dalla membrana 4 che la camera 3, così come la membrana 4 stessa, sono posizionate o disposte, nella situazione di cui alla figura 3, intorno a tale porzione superficiale del corpo P1 del piezocono P. Tale porzione superficiale del corpo P1 del piezocono P,
30 nella tipologia di piezocono P di cui alle figure allegate, è di forma

cilindrica, e coincide, da quanto detto in precedenza, con la superficie laterale esterna S dell'elemento anulare poroso E.

Il pressurizzatore 5 può essere una tipologia di pressurizzatore attivabile manualmente. Per esempio tale pressurizzatore può essere a vite. Tale
5 pressurizzatore 5 potrebbe essere comunque di qualsiasi altra tipologia, anche ad alimentazione artificiale.

In un esempio di realizzazione dello strumento 1 secondo la presente descrizione, lo stesso strumento 1 comprende un condotto di ingresso 7
interposto fra il pressurizzatore 5 e la camera 3. Lo strumento 1
10 comprende una valvola di rilascio 8 situata nel condotto di ingresso 7 in modo da essere adatta a rilasciare in detta camera 3 la pressione generata dal pressurizzatore 5.

La valvola di rilascio 8 è in grado di chiudere o aprire la comunicazione di fluido fra il condotto di ingresso 7 e la camera 3.

15 In un esempio di realizzazione dello strumento 1 secondo la presente descrizione, la valvola di rilascio 8 è una valvola a tenuta.

L'utilizzatore può agire sul pressurizzatore 5 per generare una pressione di un livello desiderato nel condotto di ingresso 7, mentre la valvola di
rilascio 8 è chiusa. In seguito, lo stesso utilizzatore può aprire la valvola di
20 rilascio 8 in modo che la pressione generata si propaghi impulsivamente, e preferibilmente almeno quasi istantaneamente, verso la camera 3, la membrana 4, e il gruppo sensore G.

Il passaggio F è predisposto per permettere l'ancoraggio del piezocono P al suo interno e mantenerlo durante il rilascio dell'impulso di pressione.

25 In un esempio di realizzazione dello strumento 1 secondo la presente descrizione, lo stesso strumento 1 comprende un sensore di pressione ausiliario disposto in modo da poter rilevare la pressione nel condotto di ingresso 7. In un esempio di realizzazione dello strumento 1, lo strumento 1 comprende anche un indicatore di pressione 9 collegato a detto sensore
30 ausiliario, per rendere disponibile ad un utilizzatore il dato di pressione rilevato dal sensore di pressione ausiliario.

Tale l'indicatore può essere per esempio analogico (per esempio parte di un manometro) o digitale. Quest'ultimo sensore ausiliario e tale indicatore 9 sono adatti a rendere nota l'intensità o valore dell'impulso generato dal pressurizzatore 5.

- 5 In un esempio di realizzazione dello strumento 1 secondo la presente descrizione, lo strumento 1 comprende anche una valvola di ingresso 10 per permettere l'entrata del liquido di misura nella camera 3 e attraverso il condotto di ingresso 7.

10 Lo strumento 1 potrebbe comprendere anche una valvola intermedia 11 in grado di chiudere o aprire la comunicazione di fluido fra pressurizzatore 5 e condotto di ingresso 7.

Tale valvola intermedia 11, nel caso sia presente, deve essere aperta per permettere al pressurizzatore 5 di generare la pressione nel condotto di ingresso 7.

- 15 In un esempio di realizzazione dello strumento 1 secondo la presente descrizione, lo strumento 1 comprende anche un attuatore 12 mediante il quale l'utilizzatore può regolare la pressione generata dal pressurizzatore 5.

20 In un esempio di realizzazione dello strumento 1 secondo la presente descrizione, lo stesso strumento 1 comprende anche una valvola di sfogo 13 in comunicazione con detta camera 3, per rimuovere elementi estranei dalla camera 3 stessa e/o permettere eventualmente anche il riempimento della camera 3 stessa.

25 Un possibile esempio di realizzazione di un metodo di verifica, secondo la presente descrizione, del grado o livello di saturazione del gruppo sensore G, comprende le seguenti fasi:

- generazione di un impulso di pressione di intensità nota;
- trasmissione o propagazione di detto impulso alla superficie laterale esterna S di detto elemento anulare poroso E;
- 30 - acquisizione di un valore di pressione rilevato dal trasduttore T in risposta all'impulso di pressione trasmesso;

- confronto tra valore acquisito e tale intensità nota dell'impulso generato.

Tale impulso di pressione può essere di intensità negativa o positiva.

In un esempio di realizzazione di tale metodo tale trasmissione avviene almeno attraverso un liquido di misura contenuto in una camera 3. Tale
5 liquido di misura, se presente, preferibilmente riempie completamente la camera 3.

In un esempio di realizzazione di tale metodo tale fase di trasmissione avviene almeno attraverso una membrana 4 in contatto con detta
10 superficie laterale esterna S dell'elemento anulare poroso E e/o affacciata a detta superficie laterale esterna S.

In un esempio di realizzazione di tale metodo tale fase di trasmissione avviene almeno attraverso un liquido di misura contenuto in una camera 3 e successivamente almeno attraverso una membrana 4 che delimita tale
15 camera 3. Tale fase di trasmissione avviene mentre la membrana 4 è in contatto con detta superficie laterale esterna S dell'elemento anulare poroso E e/o è affacciata a detta superficie laterale esterna S dell'elemento anulare poroso E.

La trasmissione o propagazione di detto impulso alla superficie laterale esterna S dell'elemento anulare poroso E determina una ulteriore fase di
20 trasmissione in cui tale impulso è trasmesso da tale superficie laterale esterna S al trasduttore di pressione T, permettendo l'acquisizione del valore di pressione.

Si osservi che tale ulteriore fase di trasmissione (interna al piezocono P) avviene almeno attraverso l'elemento anulare poroso E e
25 successivamente almeno attraverso tale condotto C interposto fra l'elemento anulare poroso E e il trasduttore di pressione T.

In un esempio di realizzazione di tale metodo, tale ulteriore fase di trasmissione avviene almeno attraverso un liquido di lavoro contenuto nel
30 gruppo sensore G. Tale liquido di lavoro, nel caso il metodo preveda che tale impulso si trasmetta attraverso un liquido di misura contenuto in tale camera 3, può essere differente o uguale rispetto a detto liquido di misura.

Tale liquido di lavoro, preferibilmente riempie completamente l'elemento anulare poroso E e/o il condotto C interposto fra l'elemento anulare poroso E e il trasduttore di pressione T.

5 Tale liquido di lavoro può essere un liquido vero e proprio, o una pasta o un gel.

In un esempio di realizzazione di tale metodo, lo stesso comprende una fase di rilevamento del tempo impiegato da tale trasduttore di pressione T a rispondere all'impulso generato dal pressurizzatore 5.

10 Tale fase di rilevamento si può basare sulla differenza fra l'istante a cui è riferito il valore di pressione acquisito e l'istante in cui è stato generato l'impulso di pressione, o può essere correlata a tale differenza.

In un esempio di realizzazione di tale metodo, lo stesso comprende, prima di detta fase di generazione, una fase di inserimento di detto piezocono P attraverso un passaggio F intorno al quale si estende una struttura anulare 2, all'interno della quale è situata la camera 3.

Tale fase di inserimento avviene preferibilmente in modo che tale membrana 4 si posizioni, a seguito di tale fase di inserimento, intorno a detta superficie laterale esterna S di detto elemento anulare poroso E.

20 Tale fase di inserimento avviene preferibilmente in modo che tale membrana 4 si posizioni, a seguito di tale fase di inserimento, a contatto e/o affacciata a detta superficie laterale esterna S di detto elemento anulare poroso E.

Tale fase di inserimento può avvenire secondo un movimento relativo fra piezocono P e strumento 1, in accordo alla freccia Y di figura 3.

25 Secondo un altro aspetto, la presente descrizione concerne un apparato per la misurazione almeno della pressione interstiziale del terreno che si sviluppa durante l'avanzamento nel terreno di un piezocono P per analisi stratigrafiche dei terreni, comprendente:

30 - un piezocono comprendente un gruppo sensore G per la misura della pressione interstiziale del terreno;

- uno strumento di verifica 1 di un grado di saturazione di un gruppo sensore di pressione di tale piezocono P, detto strumento di verifica 1 essendo in accordo alla presente descrizione.

Un piezocono P che fa parte di un possibile esempio di realizzazione di un
5 apparato secondo la presente descrizione può comprendere per esempio le caratteristiche del piezocono P di cui alle figure 2 e 3 allegate.

Un metodo di utilizzo di tale apparato può comprendere le seguenti fasi di verifica di un grado di saturazione di detto gruppo sensore (G):

- generazione di un impulso di pressione di intensità nota;
- trasmissione di detto impulso alla superficie laterale esterna (S) di detto
elemento anulare poroso (E);

10 - acquisizione di un valore di pressione rilevato dal trasduttore (T) in risposta all'impulso di pressione trasmesso;

- confronto tra tale valore acquisito e tale intensità nota dell'impulso generato.

Tali fasi di verifica danno luogo al metodo di verifica descritto in
15 precedenza.

In tale metodo di utilizzo di un apparato secondo la presente descrizione, tale metodo di verifica è quindi svolto relativamente al gruppo sensore G del piezocono P di un apparato secondo la presente descrizione.

In generale, un metodo di utilizzo di un apparato secondo la presente
20 descrizione comprende quindi un metodo di verifica secondo la presente descrizione, avente una o più delle caratteristiche di cui sopra descritte con riferimento al metodo di verifica stesso.

Tale metodo di utilizzo dell'apparato comprende anche una fase di svolgimento di almeno una prova penetrometrica per la definizione del
25 profilo stratigrafico e la caratterizzazione in sito di un deposito di terreno mediante detto piezocono (P).

Tali fasi di verifica possono essere svolte precedentemente a tale fase di svolgimento di tale prova penetrometrica.

Tali fasi di verifica possono essere svolte successivamente a tale fase di

svolgimento di tale prova penetrometrica.

In un esempio di realizzazione di tale metodo di utilizzo, tali fasi di verifica sono svolte sia almeno una prima volta precedentemente a tale fase di svolgimento di tale prova penetrometrica, sia almeno una seconda volta successivamente a tale fase di svolgimento di tale prova penetrometrica.

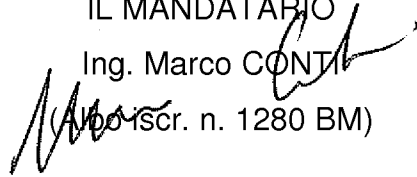
5

In tal modo è possibile verificare un'eventuale cambiamento del grado di saturazione nel corso dell'utilizzo del piezocono stesso durante la prova.

IL MANDATARIO

Ing. Marco CONTI

(Albo iscr. n. 1280 BM)



RIVENDICAZIONI

1. Strumento di verifica (1) di un grado di saturazione di un gruppo sensore di pressione (G) di un piezocono (P), comprendente:
- una struttura anulare (2), che si estende intorno ad un passaggio (F) atto a ricevere il piezocono (P) per inserimento nel passaggio (F);
 - una camera (3), almeno parzialmente interna alla struttura anulare (2), per il contenimento di un liquido di misura;
 - una membrana (4) che delimita detta camera (3), definendo una superficie anulare affacciata al passaggio (F), per essere operativamente in contatto con l'elemento anulare poroso (E) di detto gruppo sensore (G) del piezocono (P);
 - un pressurizzatore (5) in comunicazione di fluido con detta camera (3) e configurato per trasmettere un impulso di pressione di intensità prestabilita alla membrana (4) attraverso il liquido di misura contenuto nella camera (3).
2. Strumento di verifica (1) secondo la rivendicazione 1, in cui detta struttura (2) definisce una concavità (6) che si sviluppa intorno a detto passaggio (F) ed è rivolta verso detto passaggio (F), detta membrana (4) essendo vincolata a detta struttura (2) e disposta a chiusura di detta concavità (6) in modo da definire tale camera (3).
3. Strumento di verifica (1) secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui detto passaggio (F) definisce un asse di inserimento (I) per l'inserimento del piezocono (P) in modo che un asse di sviluppo (X) dello stesso piezocono (P) sia operativamente coincidente con detto asse di inserimento (I), detta superficie anulare essendo preferibilmente parallela a detto asse di inserimento (I).
4. Strumento di verifica (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, comprendente un condotto di ingresso (7) interposto fra detto pressurizzatore (5) e detta camera (3) e una valvola di rilascio (8) situata in detto condotto di ingresso (7) in modo da essere adatta a rilasciare in detta camera (3) la pressione generata da detto pressurizzatore (5).

5. Strumento di verifica (1) secondo la rivendicazione 4, comprendente un sensore ausiliario di pressione disposto in modo da poter rilevare la pressione in detto condotto di ingresso (7), e un indicatore di pressione (9) collegato a detto sensore ausiliario, per rendere nota l'intensità dell'impulso generato da detto pressurizzatore (5).
6. Strumento di verifica (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, comprendente una valvola di sfogo (13) in comunicazione con detta camera (3) per rimuovere elementi estranei dalla camera (3) stessa o permettere il riempimento della camera (3) stessa.
7. Metodo per la verifica di un grado di saturazione di un gruppo sensore di pressione di un piezocono (P), detto gruppo sensore (G) comprendendo un elemento anulare poroso (E) la cui superficie laterale esterna (S) definisce una porzione superficiale di detto piezocono (P) situata intorno ad un suo asse di sviluppo (X), un trasduttore di pressione (T) interno a detto piezocono (P) e un condotto (C) interposto fra detto elemento anulare poroso (E) e detto trasduttore (T) in modo che detto trasduttore (T) possa rilevare la pressione esercitata su detta porzione superficiale, detto metodo comprendendo le seguenti fasi:
- generazione di un impulso di pressione di intensità nota;
 - trasmissione di detto impulso alla superficie laterale esterna (S) di detto elemento anulare poroso (E);
 - acquisizione di un valore di pressione rilevato dal trasduttore (T) in risposta all'impulso di pressione trasmesso;
 - confronto tra tale valore acquisito e tale intensità nota dell'impulso generato.
8. Metodo secondo la rivendicazione 7, in cui detta trasmissione avviene almeno attraverso un liquido di misura contenuto in una camera (3).
9. Metodo secondo la rivendicazione 8, comprendente, prima di detta fase di generazione, una fase di inserimento di detto piezocono (P) attraverso un passaggio (F) intorno al quale si estende una struttura anulare (2), all'interno della quale è situata detta camera (3).

10. Metodo secondo la rivendicazione 7 o 8 o 9, in cui detta trasmissione avviene almeno attraverso una membrana (4) affacciata a detta superficie laterale esterna (S) e/o a contatto con essa.

5 11. Metodo secondo le rivendicazioni 9 e 10, in cui detta fase di inserimento avviene in modo che detta membrana (4) si posizioni intorno a detta superficie laterale esterna (S) di detto elemento anulare poroso (E).

12. Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 7 a 11, comprendente ulteriormente una fase di svolgimento di almeno una prova penetrometrica per la definizione del profilo stratigrafico e la
10 caratterizzazione in sito di un deposito di terreno mediante detto piezocono (P), in cui dette fasi di generazione, trasmissione, acquisizione e confronto per la verifica di un grado di saturazione di un gruppo sensore di pressione di un piezocono (P) sono svolte precedentemente a tale fase di svolgimento di tale prova penetrometrica, e/o successivamente a tale
15 fase di svolgimento di tale prova penetrometrica.

13. Apparato di misurazione della pressione interstiziale del terreno (G) che si sviluppa durante l'avanzamento nel terreno stesso di un piezocono (P) per analisi stratigrafiche dei terreni, comprendente:

- 20 - un piezocono (P) comprendente un gruppo sensore (G) per la misura della pressione interstiziale del terreno;
- uno strumento di verifica (1) in accordo ad una qualsiasi delle rivendicazioni dalla 1 alla 6.

14. Apparato secondo la rivendicazione 13, in cui detto piezocono (P) si estende lungo un suo asse di sviluppo (X) e comprende almeno due
25 trasduttori di sforzo (T' , T''), disposti in modo da essere in grado di rilevare la forza assiale agente su tale piezocono (P) e la frizione laterale agente sul piezocono (P).

15. Apparato secondo la rivendicazione 13 o la 14, in cui detto gruppo sensore (G) comprende:

- 30 - un elemento anulare poroso (E) la cui superficie laterale esterna (S) definisce una porzione superficiale di detto piezocono (P) situata intorno

ad un suo asse di sviluppo (X);

- un trasduttore di pressione (T) interno a detto piezocono (P);

- un condotto (C) interposto fra detto elemento anulare poroso (E) e detto trasduttore (T) in modo che detto trasduttore (T) possa rilevare la

5 pressione esercitata su detta porzione superficiale.

Bologna, 8 giugno 2016

IL MANDATARIO

Ing. Marco CONTI

(Albo iscr. n. 1280 BM)

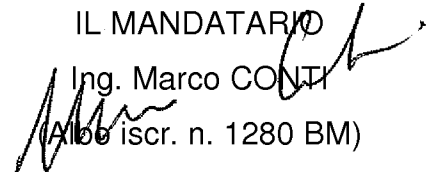


FIG. 1

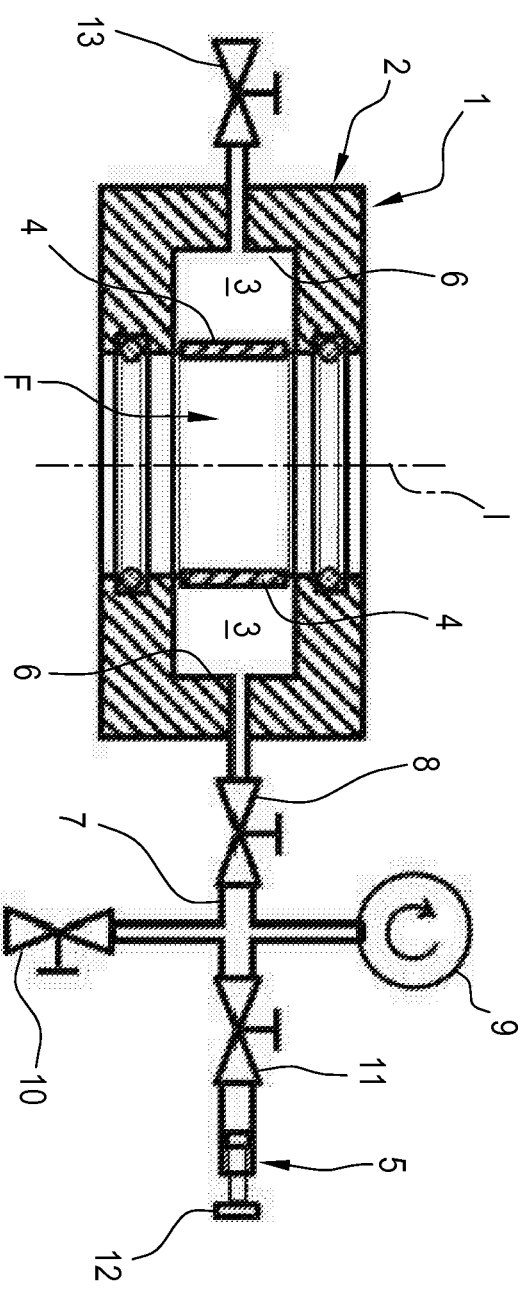


FIG. 2

