

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102012902051113A1

Publication Date

20120816

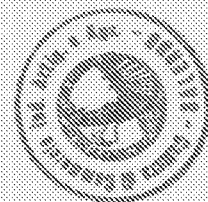
Applicant

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI SALERNO

Title

DISPOSITIVO PER LE PROVE DI RESISTENZA ALLA FRATTURA PER MODO
III SU GIUNZIONI INCOLLATE.

5A 2512 A 000008



P

Dispositivo per prove di resistenza alla frattura in
modo III su giunzioni incollate

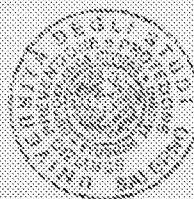
A nome: Università degli Studi di Salerno

Inventori: Gabriele CRICRÌ, Michele FERRELLA

La presente invenzione riguarda un dispositivo per prove di resistenza alla frattura in modo III su giunzioni incollate.

Più in particolare, l'invenzione concerne un dispositivo per prove di resistenza alla frattura su giunzioni incollate, che sia in grado di selezionare unicamente il modo III, in maniera da non dover ricavare i valori di resistenza a posteriori dopo aver utilizzato più dispositivi della tecnica nota.

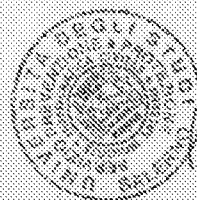
Uno dei maggiori problemi delle giunzioni incollate è costituito dalla scarsa prevedibilità della loro resistenza rispetto ad altri tipi di giunzione quali ad esempio chiodature, bullonature o saldature. Infatti la resistenza è fortemente influenzata, oltre che dal comportamento dei materiali che compongono il giunto, anche dalla procedura di incollaggio, dalla temperatura, dall'umidità e da altri fattori solo in parte controllabili. Per questi motivi, prima di utilizzare giunti incollati in applicazioni importanti, si deve sempre condurre una campagna di prove sperimentali volte a caratterizzare il più compiutamente possibile il comportamento della coppia aderendo - adesivo realizzata secondo specifiche predefinite.



IN RETT...
[Signature]

L'affidabilità della giunzione è legata alla conoscenza del comportamento dell'incollaggio nelle diverse condizioni di sollecitazione. La meccanica della frattura lineare elastica (LEFM) fornisce l'insieme di conoscenze teoriche per la valutazione della resistenza alla frattura nelle tre condizioni di carico elementari che, combinate, realizzano tutte le possibili condizioni di carico applicabili a qualsiasi giunzione adesiva comunque sollecitata. I modi elementari di frattura sono tre: apertura (modo I), scorrimento in direzione normale al fronte della frattura (modo II) e scorrimento in direzione parallela al fronte della frattura (modo III). A ciascuno dei modi di frattura elementari è associato un diverso valore della resistenza meccanica dipendente inoltre dal comportamento sinergico dell'adesivo, degli aderenti e della procedura di incollaggio. È chiara quindi l'importanza di valutazioni affidabili delle suddette resistenze critiche, che nella letteratura specializzata sono solitamente espresse in funzione dei valori critici dell'energy release rate G_I , G_{II} , G_{III} .

Allo scopo di determinare sperimentalmente i valori critici di resistenza alla frattura esistono numerosi standard internazionali [1-6]. Essi sono però riferiti soltanto ai modi di frattura I, II e al modo misto I + II. Inoltre sono pubblicati lavori in cui si propongono test in modo misto II + III dai quali, con l'ausilio di modelli teorici si può valutare la resistenza al solo modo III di carico [7-9]. A conoscenza degli autori, manca una metodologia,



IN RETTORE

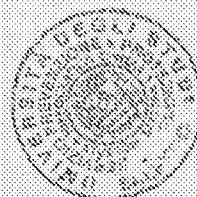
standardizzata o non, per la determinazione sperimentale diretta della resistenza alla frattura di giunzioni incollate in puro modo III di carico.

Scopo della presente invenzione è quello di fornire un dispositivo per la determinazione della resistenza alla frattura di giunzioni incollate, che risolva i problemi e superi gli inconvenienti della tecnica anteriore.

E' **oggetto** della presente invenzione un dispositivo per prove di resistenza alla frattura in modo III su giunzioni incollate, comprendente un provino con un primo ed un secondo supporto incollati su una porzione piana della loro superficie, caratterizzato dal fatto che:

- Detto primo supporto e detto secondo supporto hanno una forma comprendente almeno due lati rettilinei paralleli;
- comprende un primo ed un secondo elemento per la movimentazione rotazionale attorno ad un asse comune, includenti rispettivamente una prima rientranza su un primo lato e una seconda rientranza su un secondo lato ciascuna presentanti una forma corrispondente rispettivamente a detto primo supporto e a detto secondo supporto in modo da accoglierli completamente in tutte le loro dimensioni,

detti due elementi per la movimentazione rotazionale essendo sagomati attorno a detto asse comune in modo tale che:



IL RETTORE

- risultino traslabili lungo detto asse comune con detto primo e secondo lato affacciati, in modo da racchiudere tra loro allo stesso tempo detto provino, con detto asse comune perpendicolare a detta porzione piana;
- possano ruotare uno rispetto all'altro di un predeterminato angolo α attorno a detto asse comune,

impedendo allo stesso tempo ogni altra differente rotazione e/o traslazione reciproca.

Preferibilmente secondo l'invenzione, detto primo e secondo supporto sono supporti piani e detta porzione piana è la superficie di un gradino su detto primo e secondo supporto.

Preferibilmente secondo l'invenzione, detto primo e secondo supporto sono supporti piani rettangolari, incollati orientandoli in modo perpendicolare.

Preferibilmente secondo l'invenzione, detto primo e detto secondo elemento sono identici e presentano una porzione superiore ed una porzione inferiore, detta porzione inferiore essendo formata come arco di cerchio, detto primo e detto secondo elemento essendo sovrapponibili con le rispettive parti superiore ed inferiore invertite.

Preferibilmente secondo l'invenzione, la porzione superiore di detto primo elemento e la porzione superiore di detto secondo elemento presentano rispettivamente una prima ed una seconda parte di applicazione del carico per indurre detta rotazione, poste in modo eccentrico in modo tale che, in uso,



quando detto primo e detto secondo elemento sono sovrapposti, forze opposte applicate su dette prima e seconda parte di applicazione provocano una trazione o una compressione che inducono una rotazione reciproca di detto primo e secondo elemento.

Preferibilmente secondo l'invenzione, detta parte di applicazione comprende un occhiello.

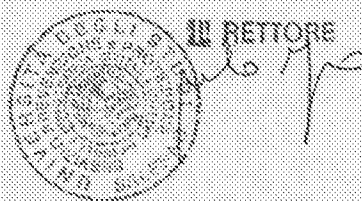
Preferibilmente secondo l'invenzione, detto primo e detto secondo elemento presentano una feritoia passante in corrispondenza di detta prima e seconda rientranza, per permettere, in uso, la visione del provino.

Preferibilmente secondo l'invenzione, detto primo e detto secondo elemento sono in acciaio.

E' ulteriore oggetto specifico della presente invenzione un apparato per prove di resistenza alla frattura in modo III su giunzioni incollate, comprendente un dispositivo per prove di resistenza e mezzi di applicazione di una sollecitazione su detto dispositivo per prove di resistenza, caratterizzato dal fatto che detto dispositivo per prove di resistenza e il dispositivo oggetto dell'invenzione.

L'invenzione verrà ora descritta a titolo illustrativo ma non limitativo, con particolare riferimento ai disegni delle figure allegate, in cui:

- la figura 1 mostra la distribuzione teorica dello spostamento tangenziale tra le superfici incollate e della tensione tangenziale nel piano di frattura, secondo le conoscenze note;

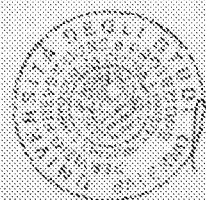


- la figura 2 mostra l'assemblaggio del provino secondo una forma di realizzazione della presente invenzione;
- la figura 3 mostra tre viste laterale interna (a), di profilo (b) e laterale esterna (c) di un componente del dispositivo di prova, secondo una forma di realizzazione dell'invenzione;
- la figura 4 mostra il dispositivo secondo una forma preferita di realizzazione della presente invenzione;
- la figura 5 mostra uno schema di assemblaggio del dispositivo e del provino secondo una forma realizzativa dell'invenzione;
- la figura 6 mostra uno schema della distribuzione delle forze su un componente del dispositivo secondo l'invenzione.

La presente invenzione ha per oggetto un dispositivo di prova che consente di determinare la resistenza alla frattura di giunzioni adesive soggette ad una sollecitazione di puro modo III utilizzando, per applicare il carico, una macchina standard per prove di trazione - compressione.

Il modo migliore per realizzare una sollecitazione di puro modo III è applicare un carico di torsione ad una giunzione a simmetria polare su cui sia presente una cricca anch'essa a simmetria polare (fig. 1).

La figura 1 mostra questa situazione secondo le conoscenze note. Nella figura 1(a) si osserva la tensione tangenziale sul provino, più precisamente sui supporti esterni (le righe tangenziali sono indicative

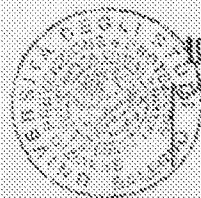


IL RETTORE

dell'intensità, che ovviamente è nulla al centro del provino; la circonferenza tratteggiata indica l'estensione della colla interna al provino). Nella figura 1(b) si mostra una sezione al centro dello strato di colla (secondo il piano individuato da A-A). La circonferenza interna indica l'estensione della colla sui due supporti del provino ed è chiaro che in questo caso gli sforzi tangenziali hanno una singolarità al confine della colla.

In tal modo, infatti, il carico sull'interfaccia adesivo - che ha direzione tangenziale - è certamente ortogonale in ogni punto al fronte di cricca, che è a sua volta descritto da una circonferenza. Inoltre, essendo il carico applicato mediante la rotazione relativa di due pezzi rigidi, la tensione tangenziale applicata all'adesivo, per un dato angolo di rotazione, è minore in punti più vicini al centro; tale circostanza rende stabile la propagazione di una cricca con fronte circolare se la giunzione è caricata mediante rotazione relativa imposta.

Facendo ora riferimento alla figura 2, il provino 100 secondo una forma realizzativa dell'invenzione, per il test di modo III, è costituito da due barrette 10,20 a forma di parallelepipedo, fatte dello stesso materiale dell'aderendo da testare, dotate di uno scalino circolare 60. Le barrette 10,20 sono incollate l'una all'altra in corrispondenza dello scalino 60. La cricca iniziale è realizzata interponendo tra le superfici aderenti un foglio 30 in teflon con foro circolare 50 di diametro opportuno. Il centraggio dei



IL RETTORE

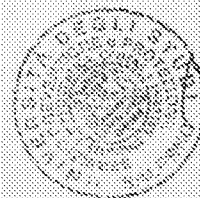
tre componenti è effettuato con l'ausilio di una coppia di spine 40, che poi vengono rimosse dopo l'incollaggio e prima dell'esecuzione della prova.

Facendo riferimento alle figure da 3 a 5, l'apparecchiatura di prova secondo l'invenzione è costituita da due componenti identici 200 e 300, preferibilmente in acciaio, che operano accoppiati in modo che moti relativi possibili siano solo due: la rotazione e la traslazione relativa in direzione assiale. Sono invece impediti le traslazioni nel piano dell'interfaccia tra i due componenti 200 e 300 e le altre rotazioni.

Le figure 3-5 mostrano una forma realizzativa particolare, che non è essenziale, il dispositivo dovendo impedire solamente i movimenti suddetti.

Uno degli elementi, ad esempio 300, presenta una porzione superiore 350 ed una porzione inferiore 330, quest'ultima formata come arco di corona circolare. La porzione superiore comunque presenta un vano interno circolare che si raccorda al vano interno circolare della porzione inferiore 330. La porzione superiore 350 presenta una parte 340 di applicazione della trazione, comprendente vantaggiosamente un occhiello.

Questi due elementi 200,300 sono identici e sono conformati in modo tale da essere sovrapposti in posizione reciprocamente invertita. L'accoppiamento concentrico delle superfici interna ed esterna dei due elementi fanno sì che un elemento possa ruotare rispetto all'altro per un angolo costruttivamente predeterminato α (non indicato in figura).



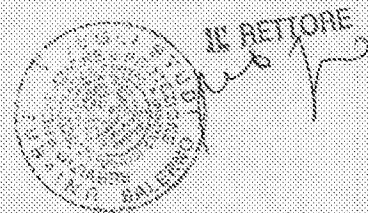
Convenientemente, gli elementi 200, 300 sono forati al centro con feritoie 220,320 per permettere la visione del provino.

Facendo riferimento alla figura 5, il provino 100 assemblato viene posto tra i due elementi 200 e 300 in modo che ognuna delle barrette 10,20 sia posizionata nella rispettiva rientranza centrale 210,310 e sia libera di scorrere in direzione diametrale (rispetto alla circonferenza ideale includente la porzione di circonferenza 230,330).

Il provino qui illustrato è formato da due barrette rettangolari 10,20 incollate in modo perpendicolare. Tuttavia questa è solo una semplice e conveniente forma realizzativa. Il provino può essere fatto in ogni modo utile e corrispondente alla rientranza centrale 210,310. L'importante è che ciascuna delle due barrette 10,20 presenti almeno due lati rettilinei e paralleli, in modo che non possa ruotare una volta inserito nella suddetta rientranza. Chiaramente anche la rientranza dovrà avere forma corrispondente.

Il funzionamento della prova è determinato dalla rotazione relativa tra gli elementi. Lo spostamento assiale che genera la condizione di carico in modo III è realizzato da una macchina per prove standard, alla quale il dispositivo è montato tramite una coppia di afferraggi a forchetta (Clevis grip).

La condizione di carico di puro modo III è garantita da due condizioni cinematiche:



- 1) il provino non è sottoposto ad alcuno sforzo assiale, poiché è soltanto appoggiato sui fondi dei dispositivi di prova; il modo I di sollecitazione è quindi nullo;
- 2) il provino, che può scorrere nei suoi alloggi, non è in grado di trasferire alcuna forza di taglio tra i due elementi del dispositivo; pertanto, la sollecitazione di modo II è assente.

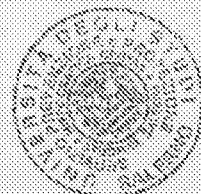
In figura 6 si mostra come la forza di compressione esercitata dalla macchina di prova (sulle parti 240,340 delle figure), contrastata eccentricamente dal secondo elemento del dispositivo, generi una azione puramente torcente sulla barretta di prova. Il dispositivo può funzionare anche applicando un carico di trazione.

Le feritoie 220,320 realizzate su entrambi gli elementi dell'attrezzatura permettono di rendere visibile le parti esterne del provino dove sono collocati i due fori di centraggio. In tal modo nel corso della prova è permessa la misurazione diretta della rotazione relativa tra le due barre a mezzo degli spostamenti tra i fori di centraggio inizialmente concentrici o mediante inclinometri; tale accorgimento permette di eliminare le imprecisioni di misura degli spostamenti dovute alla cedevolezza della catena di carico. Inoltre, le feritoie permettono anche di visualizzare il processo di frattura se si utilizzano provini in materiale aderendo trasparente.



Bibliografia

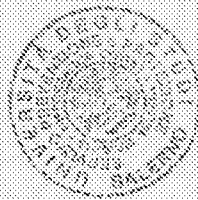
- [1] ASTM D1062, Cleavage strength of metal-to-metal adhesive bonds.
- [2] BS 5447, Methods of test for plane strain fracture toughness.
- [3] ASTM D3433, Fracture strength in cleavage of adhesives in bonded metal joints.
- [4] ISO 25217, Determination of the mode I adhesive fracture energy of structural adhesive joints using double cantilever beam and tapered double cantilever beam specimens.
- [5] ISO 15024, Fibre-reinforced plastic composites - Determination of mode I interlaminar fracture toughness, GIC, for unidirectionally reinforced materials.
- [6] ASTM D6671, Standard test method for mixed mode I-mode II interlaminar fracture toughness of unidirectional fiber reinforced polymer matrix composites.
- [7] Pang HLJ. Mixed mode fracture analysis and toughness of adhesive joints. Eng Fract Mech, 51(4), pp. 575-583, 1995.
- [8] M. Farshad, P. Flueler, Investigation of mode III fracture toughness using an anti-clastic plate bending method, Engineering Fracture Mechanics Vol. 60, No. 5-6, pp. 597-603, 1998.
- [9] R. Marat-Mendes, M. de Freitas, Characterisation of the edge crack torsion (ECT) test for the measurement of the mode III interlaminar fracture toughness, Eng Fract Mech, 76, 2799-2809, 2009.



IN RETORNE
MCP

M

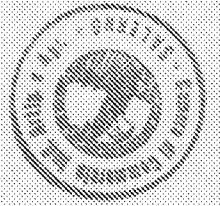
In quel che precede sono state descritte le preferite forme di realizzazione e sono state suggerite delle varianti della presente invenzione, ma è da intendersi che gli esperti del ramo potranno apportare modificazioni e cambiamenti senza con ciò uscire dal relativo ambito di protezione, come definito dalle rivendicazioni allegate.



IL RETTORE

A handwritten signature in dark ink, appearing to be "M. P.", written over the printed text "IL RETTORE".

SA 2.12 A 000008

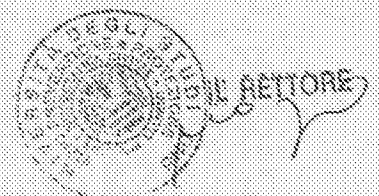


D

RIVENDICAZIONI

1) Dispositivo per prove di resistenza alla frattura in modo III su giunzioni incollate, comprendente un provino (100) con un primo ed un secondo supporto (10,20) incollati su una porzione piana della loro superficie (60), caratterizzato dal fatto che:

- Detto primo supporto (10) e detto secondo supporto (20) hanno una forma comprendente almeno due lati rettilinei paralleli;
- comprende un primo (200) ed un secondo elemento (300) per la movimentazione rotazionale attorno ad un asse comune, includenti rispettivamente una prima rientranza (210) su un primo lato e una seconda rientranza (310) su un secondo lato ciascuna presentanti una forma corrispondente rispettivamente a detto primo supporto (10) e a detto secondo supporto (20) in modo da accoglierli completamente in tutte le loro dimensioni, detti due elementi (200,300) per la movimentazione rotazionale essendo sagomati attorno a detto asse comune in modo tale che:
 - risultino traslabili lungo detto asse comune con detto primo e secondo lato affacciati, in modo da racchiudere tra loro allo stesso tempo detto provino (100), con detto asse comune perpendicolare a detta porzione piana (60);
 - possano ruotare uno rispetto all'altro di un predeterminato angolo α attorno a detto asse comune,



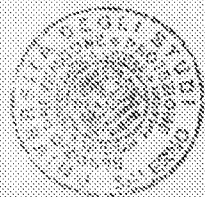
impedendo allo stesso tempo ogni altra differente rotazione e/o traslazione reciproca.

2) Dispositivo secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto primo e secondo supporto (10,20) sono supporti piani e detta porzione piana è la superficie di un gradino (60) su detto primo e secondo supporto (10,20).

3) Dispositivo secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che detto primo e secondo supporto (10,20) sono supporti piani rettangolari, incollati orientandoli in modo perpendicolare.

4) Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 3, caratterizzato dal fatto che detto primo e detto secondo elemento (200,300) sono identici e presentano una porzione superiore (350) ed una porzione inferiore (330), detta porzione inferiore essendo formata come arco di cerchio, detto primo e detto secondo elemento (200,300) essendo sovrapponibili con le rispettive parti superiore ed inferiore invertite.

5) Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 4, caratterizzato dal fatto che la porzione superiore (250) di detto primo elemento (200) e la porzione superiore (350) di detto secondo elemento (300) presentano rispettivamente una prima (240) ed una seconda (340) parte di applicazione del carico per indurre detta rotazione, poste in modo eccentrico in modo tale che, in uso, quando detto primo e detto secondo elemento (200,300) sono sovrapposti, forze opposte applicate su dette prima e seconda parte



IL RETTORE

[Handwritten signature]

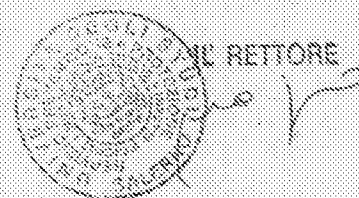
(240,340) di applicazione provocano una trazione o una compressione che inducono una rotazione reciproca di detto primo e secondo elemento (200,300).

6) Dispositivo secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che detta parte di applicazione comprende un occhiello.

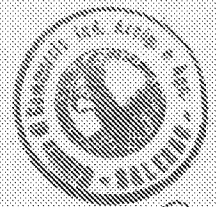
7) Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 6, caratterizzato dal fatto che detto primo e detto secondo elemento (200,300) presentano una feritoia passante (220,320) in corrispondenza di detta prima e seconda rientranza (210,310), per permettere, in uso, la visione del provino (100).

8) Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 7, caratterizzato dal fatto che detto primo e detto secondo elemento (200,300) sono in acciaio.

9) Apparato per prove di resistenza alla frattura in modo III su giunzioni incollate, comprendente un dispositivo per prove di resistenza e mezzi di applicazione di una sollecitazione su detto dispositivo per prove di resistenza, caratterizzato dal fatto che detto dispositivo per prove di resistenza è il dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 8.



SA 2012 A 02000 8



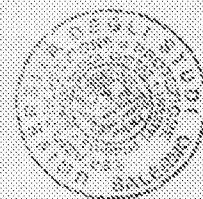
12

CLAIMS

1) Device for testing resistance to mode III fracture in glued junctions, comprising a test specimen (100) with a first and a second support (10,20) glued on a first flat portion of their surface (60), characterized in that:

- said first support (10) e said second support (20) have a form comprising at least to parallel rectilinear sides;
- it comprises a first (200) and a second element (300) for the rotational moving around a common axis, including respectively a first recess (210) on a first side and a second recess (310) on a second side, each one presenting a form corresponding to respectively said first support (10) and said second support (20) so as to completely receive them in all their dimensions, said two elements (200,300) for the rotational moving being shaped around said common axis in such a way that:

- they result shiftable along said common axis with said first and second sides facing each other, so as to enclose between themselves at the same time said test specimen (100), with said common axis perpendicular to said flat portion (60);
- they can rotate one with respect to the other of a predetermined angle α around said common axis, hindering at the same time any other different mutual rotation and/or translation.



IL DIRETTORE
M.P.

7

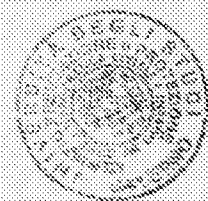
2) Device according to claim 1, characterized in that said first and second support (10,20) are flat supports and said flat portion is the surface of a step (60) on said first and second support (10,20).

3) Device according to claim 2, characterized in that said first and second support (10,20) are rectangular flat supports, glued perpendicular to each other.

4) Device according to any claim 1 to 3, characterized in that said first and second element (200,300) are identical and presents an upper portion (350) and a lower portion (330), said lower portion being formed as a circular arc, said first and second element (200,300) being apt to be superimposed with the respective upper and lower portions inverted.

5) Device according to any claim 1 to 4, characterized in that the upper portion (250) of said first element (200) and the upper portion (350) of said second element (300) present respectively a first (240) and a second (340) part of load application for inducing said rotation, placed in an eccentric way so that, in use, when said first and said second element (200,300) are superimposed, opposite forces applied on said first and second part (240,340) of load application cause a traction or a compression that induces a mutual rotation of said first and second (200,300).

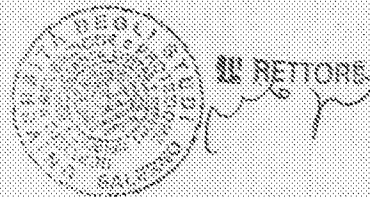
6) Device according to claim 5, characterized in that said part of load application comprises an eyelet.



7) Device according to any claim 1 to 6, characterized in that said first and second elements (200,300) present a through slit (220,320) in correspondence to said first and second recess (210,310), to allow, in use, the inspection of the test specimen (100).

8) Device according to any claim 1 to 7, characterized in that said first and second element (200,300) are made of steel.

9) Apparatus for testing resistance to mode III fracture in glued junctions, comprising a resistance tests device and means for application of a stress on said resistance tests device, characterized in that said resistance tests device is the device according to any claim 1 to 8.



SA 9012/000008

Disegni a corredo della domanda di brevetto per invenzione industriale dal titolo:
DISPOSITIVO PER PROVE DI RESISTENZA ALLA FRATTURA IN MODO III SU GIUNZIONI INCOLLATE.

A nome di Università degli Studi di Salerno,
residente a FISCIANO in via Ponte don Melillo n. 1 CAP 84084
Inventori designati: Gabriele Cricri, Michele Ferrella

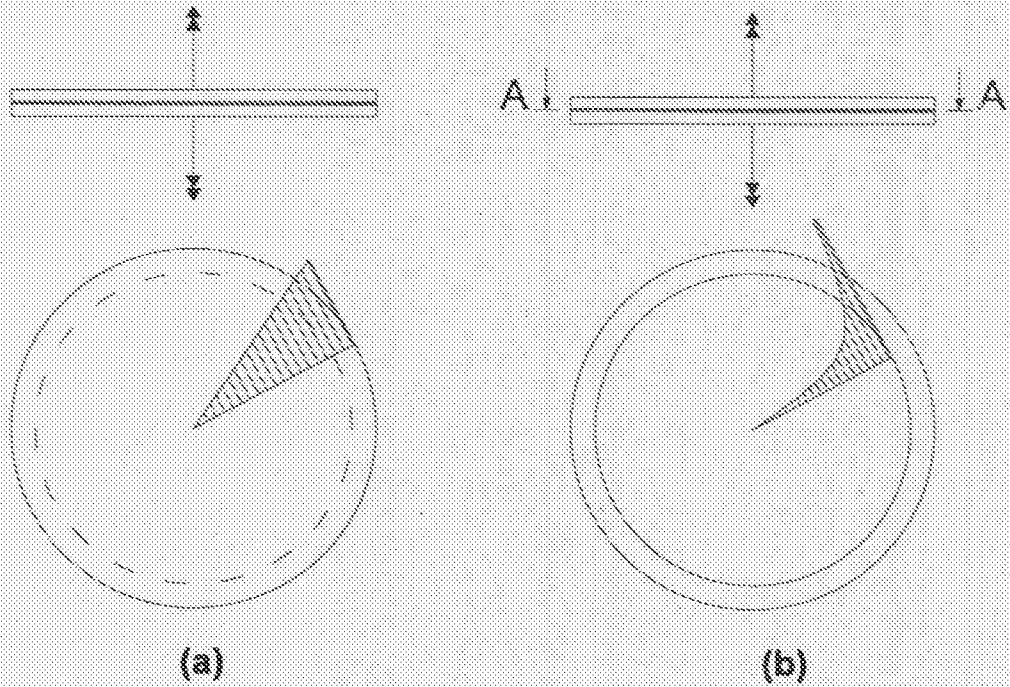
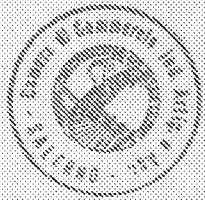


Fig. 1

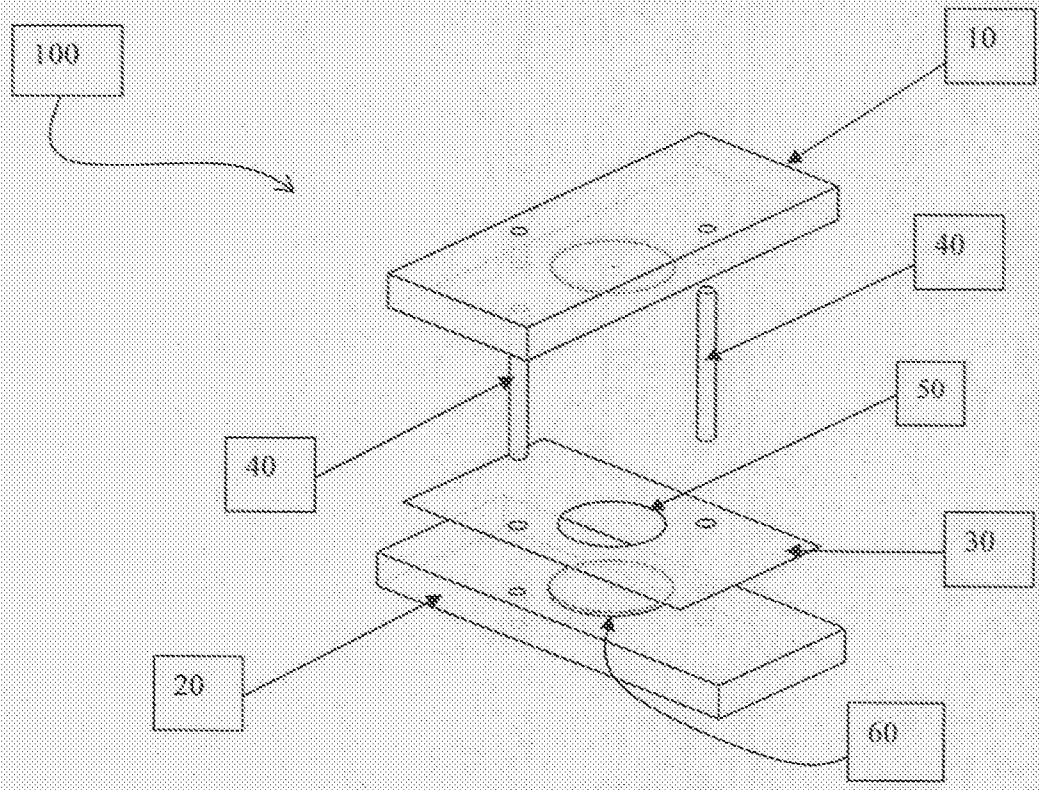
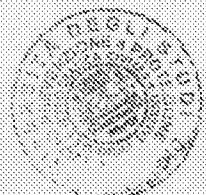


Fig. 2

TAV. 1

IL RETTORE
[Signature]



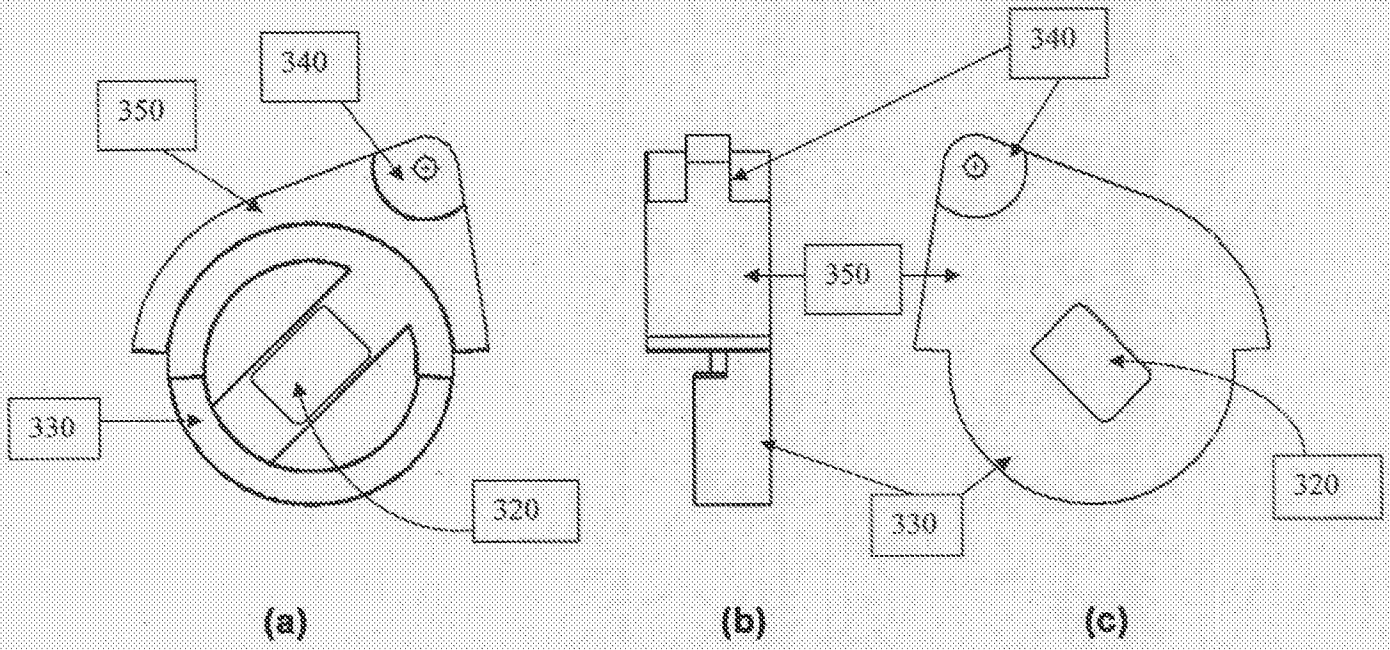


Fig. 3

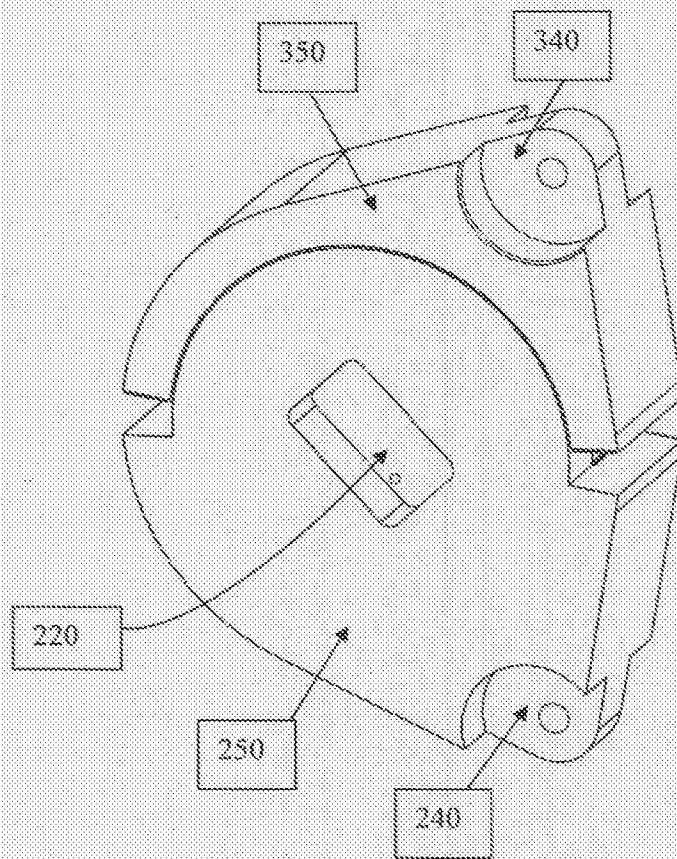
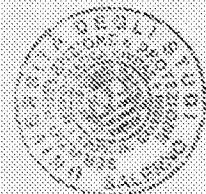


Fig. 4

TAV. 2

AL RETTORE
[Signature]



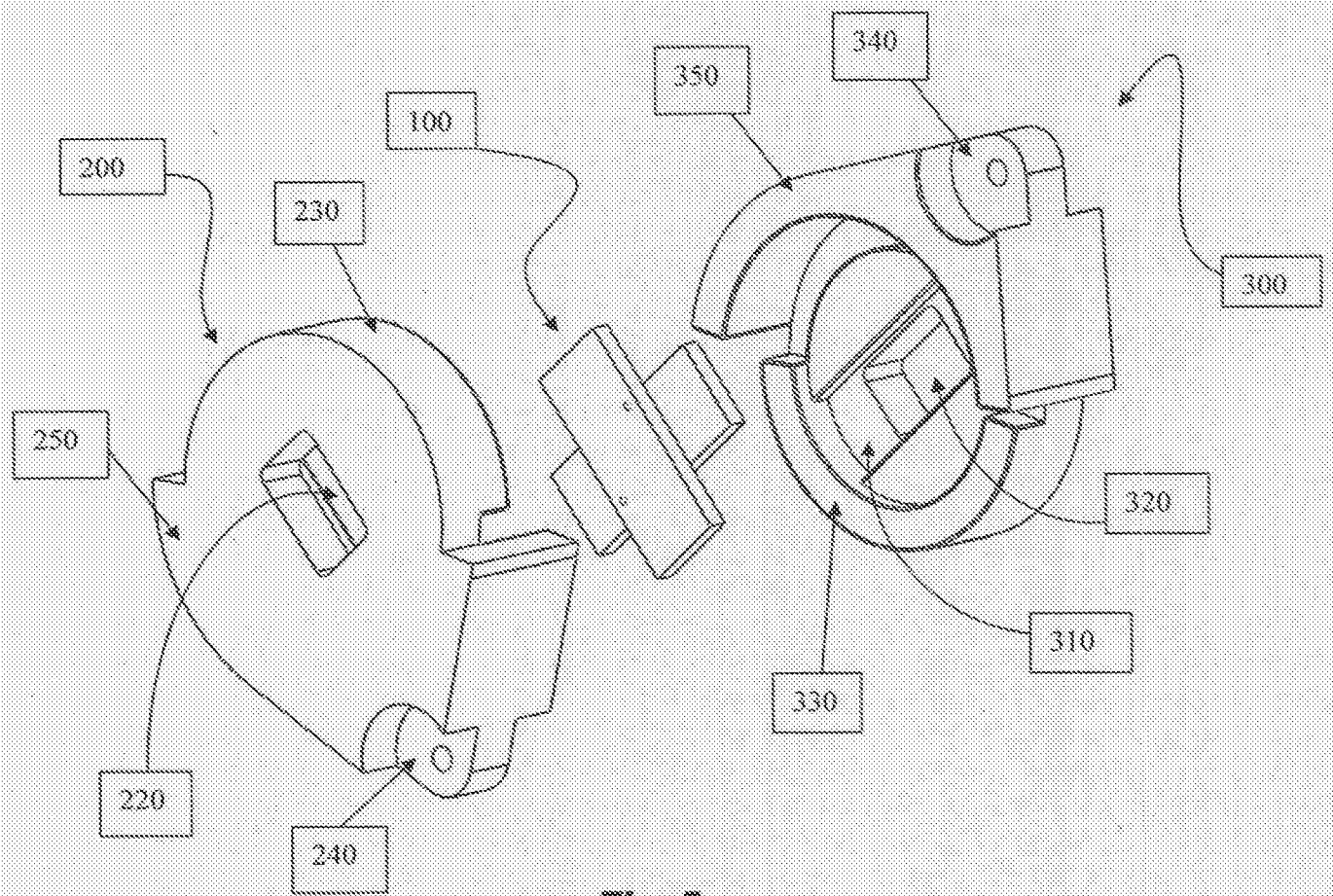
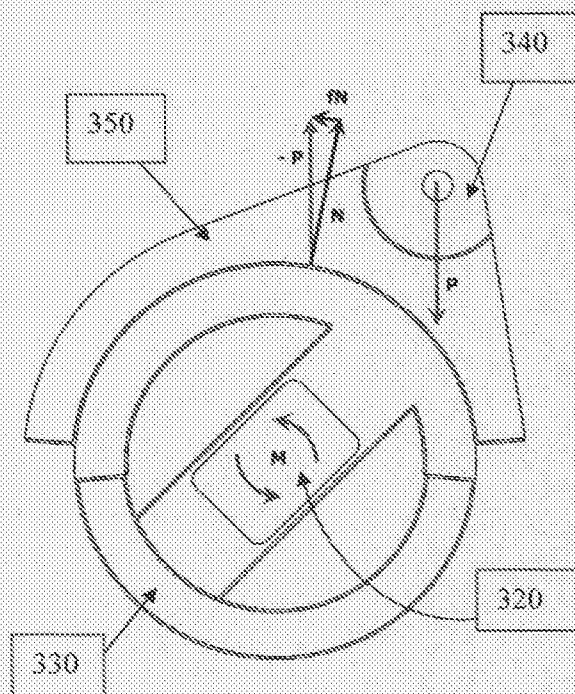


Fig. 5



P - Carico esterno
N - Componente normale della reazione dell'elemento accoppiato
 F_N - Componente tangenziale della reazione
M - Momento di reazione del provino

Fig. 6

TAV. 3

IL RETTORE
