



Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie,
l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile



Ministero dello Sviluppo Economico

RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

Sviluppo delle apparecchiature e del protocollo di qualifica meccanica per pannelli AFS

G. Barbieri, F. Cognini, M. Massimo, L. Pilloni

Report RdS/2011/202

SVILUPPO DELLE APPARECCHIATURE E DEL PROTOCOLLO DI QUALIFICA MECCANICA PER PANNELLI AFS

G. Barbieri, F. Cognini, M. Massimo, L. Pilloni (ENEA)

Settembre 2011

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA

Area: Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica

Progetto: Studio per lo sviluppo di materiali innovativi per il risparmio di energia nel settore elettrico con particolare attenzione ai materiali per i mezzi di trasporto collettivi: Nuovi materiali e componenti innovativi per i mezzi di trasporto

Responsabile Progetto: Giovanni Pede, ENEA

Inquadramento programmatico.

Il Presente Report si inquadra nella Ricerca di Sistema Elettrico svolta dall'ENEA nell'ambito del relativo Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA.

La Ricerca di Sistema ha come obiettivo l'innovazione del Sistema Elettrico per migliorarne l'economicità, la sicurezza e la compatibilità ambientale, assicurando al Paese le condizioni per uno sviluppo sostenibile.

Per lo svolgimento delle attività di ricerca e sviluppo previste dal Piano Triennale della Ricerca di Sistema Elettrico il Ministero dello Sviluppo Economico ha stipulato Accordi di Programma con ENEA, CNR ed ERSE.

Le attività sono finanziate attraverso un fondo alimentato dalla componente A5 della tariffa di fornitura dell'energia elettrica, il cui ammontare viene stabilito dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas.

Nell'Accordo di Programma sono previsti temi di ricerca fondamentale e studi di carattere sistemico e prenormativo a totale beneficio dell'utente di sistema elettrico nazionale.

Le ricerche sono condotte dall'ENEA in collaborazione con le principali Istituzioni universitarie nazionali (oltre 28 Atenei e 65 diversi Dipartimenti coinvolti) e con le partecipate SOTACARBO e FN Nuove Tecnologie Avanzate. Nell'ambito dell'Accordo di Programma Triennale, l'ENEA ha terminato le attività terzo anno di attività.

L'accordo è meglio definito da un piano annuale di realizzazione, suddiviso in Attività. Ogni attività ha un contesto scientifico-programmatico di riferimento, suddiviso in aree e tematiche di ricerca, in ognuna delle quali sono definiti specifici progetti di ricerca, a loro volta suddivisi in obiettivi da perseguire.

Nel dettaglio, l'inquadramento programmatico completo del presente report è il seguente:

Accordo di Programma MSE-ENEA: Attività di ricerca e sviluppo di interesse generale per il sistema elettrico nazionale

Piano Triennale 2006-2008

Piano annuale di realizzazione Terza annualità (2008-2009): da realizzarsi tra l'ottobre 2010 ed il settembre 2011

Attività: Risparmio di energia elettrica nei mezzi di trasporto: nuovi materiali e componenti innovativi per i mezzi di trasporto

Area di riferimento: razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica

Tematica di ricerca: risparmio di energia elettrica nei mezzi di trasporto elettrici

Progetto 3.5: studio per lo sviluppo di materiali innovativi per il risparmio di energia nel settore elettrico con particolare attenzione ai materiali per i mezzi di trasporto collettivi: nuovi materiali e componenti innovativi per i mezzi di trasporto

Obiettivo E: Analisi dello stato dell'arte e qualificazione chimico/fisica di AFS standard e sviluppo di processi di schiumatura innovativi

SOMMARIO

Abstract	5
CAPITOLO 1	6
Caratteristiche della macchina di prova e progettazione di una apparecchiatura per test di flessione su 3 e 4 punti in conformità allo standard ASTM.....	6
1.1 <i>Caratteristiche della macchina di prova</i>	7
1.2 <i>Normativa di riferimento e definizione della dimensione del campione tipo e dell'apparecchiatura specifica per test di flessione.</i>	8
1.2.1 Dimensione del campione di prova	8
1.2.2 Progettazione dell'attrezzatura di prova	11
CAPITOLO 2	15
Protocollo di qualifica del materiale base e di giunti saldati.....	15
2.1 <i>Modalità di effettuazione della prova di flessione</i>	16
2.1.1 Resistenze del core e delle pelli 3PBT & 4PBT	17
2.1.2 Deflessione del pannello 3PBT & 4PBT	17
2.2 <i>Esempio di test a flessione 4 PBT su campioni standard di AFS tal quale</i>	19
APPENDICE A.....	23
Disegni esecutivi dell'apparecchiatura specifica per caratterizzazione meccanica di AFS.	23

Abstract

Il presente lavoro è svolto nell'ambito delle attività previste nell' Accordo di Programma MSE-ENEA sulla Ricerca di Sistema Elettrico Piano Annuale di Realizzazione 2008-2009 Progetto 3.5 "Risparmio di energia elettrica nei mezzi di trasporto: nuovi materiali e componenti innovativi per i mezzi di trasporto" obiettivo E.

In particolare, il report descrive le fasi di allestimento di una macchina per prove universali MAYES per la realizzazione di una prova di flessione su 3 e 4 punti in conformità agli standard ASTM e DIN per la caratterizzazione di pannelli sandwich.

In riferimento alle dimensioni dei pannelli AFS ed agli standard di riferimento è descritto il protocollo di qualifica identificato per la caratterizzazione meccanica sia del materiale base sia dei campioni saldati senza e con elementi di transizione.

CAPITOLO 1

Caratteristiche della macchina di prova e progettazione di una apparecchiatura per test di flessione su 3 e 4 punti in conformità allo standard ASTM

1.1 Caratteristiche della macchina di prova

Il telaio base è costituito da una macchina elettro-meccanica DMG, Denison Mayes Group, ad attuatore centrale e movimentazione tramite vite e madrevite a ricircolazione di sfere. La capacità di carico massima è pari a ± 100 kN e le velocità di traslazione della traversa mobile sono comprese tra $5 \mu\text{m}/\text{min}$ e $200 \text{ mm}/\text{min}$.

Il carico applicato viene misurato mediante una cella di carico del tipo resistivo (strain gauges) e la corsa dell'attuatore è monitorata da un Trasformatore Differenziale a Variazione Lineare (LVDT) mediante un sistema di controllo e acquisizione dati gestito da PC.

Il telaio può essere controllato imponendo un rateo di caricamento (N/s), un rateo di deformazione, nominale, espresso in mm/s ed infine, se il provino è munito di un adeguato sistema estensimetrico, di un rateo di allungamento (%/s). Il controllo della grandezza guida è assicurato da un sistema a circuito chiuso (closed loop); il segnale del carico, della corsa dell'attuatore o dell'estensimetro vengono comparati in tempo reale con quello del generatore di funzione ed ogni scostamento immediatamente corretto da una controreazione del sistema di controllo (feedback signal). E' così possibile mantenere la costanza dei parametri operativi entro un margine pari al $\pm 0,1\%$ del valore selezionato.



Figura 1: Vista di insieme del telaio di prova (capacità ± 100 kN). La macchina è rappresentata munita di sistema di afferraggio a mordacchie idrauliche

1.2 Normativa di riferimento e definizione della dimensione del campione tipo e dell'apparecchiatura specifica per test di flessione.

In funzione dello spessore dei pannelli AFS e degli standard di riferimento per la caratterizzazione di pannelli sandwich è stata definita la dimensione dei campioni tipo ed è stata progettata l'apparecchiatura specifica che consente la caratterizzazione di questo tipo di pannelli con elevata riproducibilità delle condizioni di prova e con una discreta flessibilità ad adattarsi a diversi spessori e quindi lunghezze di campioni in AFS. L'apparecchiatura, progettata in modo da rispettare i requisiti previsti dalla ASTM C393 "*Flexural Properties of Sandwich Constructions*", consente di realizzare la prova di flessione sia su 4 punti sia su 3 punti.

L'esecuzione della prova a flessione su 4 punti permette infatti di caratterizzare il campione nelle condizioni di pura flessione nella sua parte centrale ed è di solito preferita per la caratterizzazione di questo tipo di materiale, Tuttavia, la possibilità di eseguire la prova anche su tre punti permette di ricavare immediatamente quelle che sono la rigidità flessionale del pannello ed il modulo di rigidità a taglio del *core* del pannello. La ASTM C393 prevede l'esecuzione di due differenti configurazioni di test a flessione su 4 punti: la configurazione con carico posizionato ad 1/4 della distanza fra gli appoggi e la configurazione con carichi posizionati ad 1/3 della distanza fra gli appoggi. L'apparecchiatura, pur potendosi adattare ad entrambe le configurazioni di prova, è stata progettata in modo da garantire la maggiore semplicità di utilizzo e ripetibilità di prova per la prima configurazione ovvero per il carico posizionato ad 1/4 della distanza fra gli appoggi.

1.2.1 Dimensione del campione di prova

A tutt'oggi, non esiste una normativa a standard ISO per la qualifica dei pannelli sandwich ma la ISO stessa rimanda alla DIN 53293:1982 "*Testing of sandwiches; Bending test*" ed alla ASTM D7250/D7250M-06 "*Standard Practice for Determining Sandwich Beam Flexural and Shear Stiffness*" che richiama i metodi standard di prova C 393/C 393M e/o D 7249/D 7249M. La maggior parte dei lavori fa riferimento a Standard ASTM e/o a standard DIN. La normativa di riferimento presa in considerazione per la definizione della dimensione standard del campione di prova è, come anticipato, la ASTM C393.

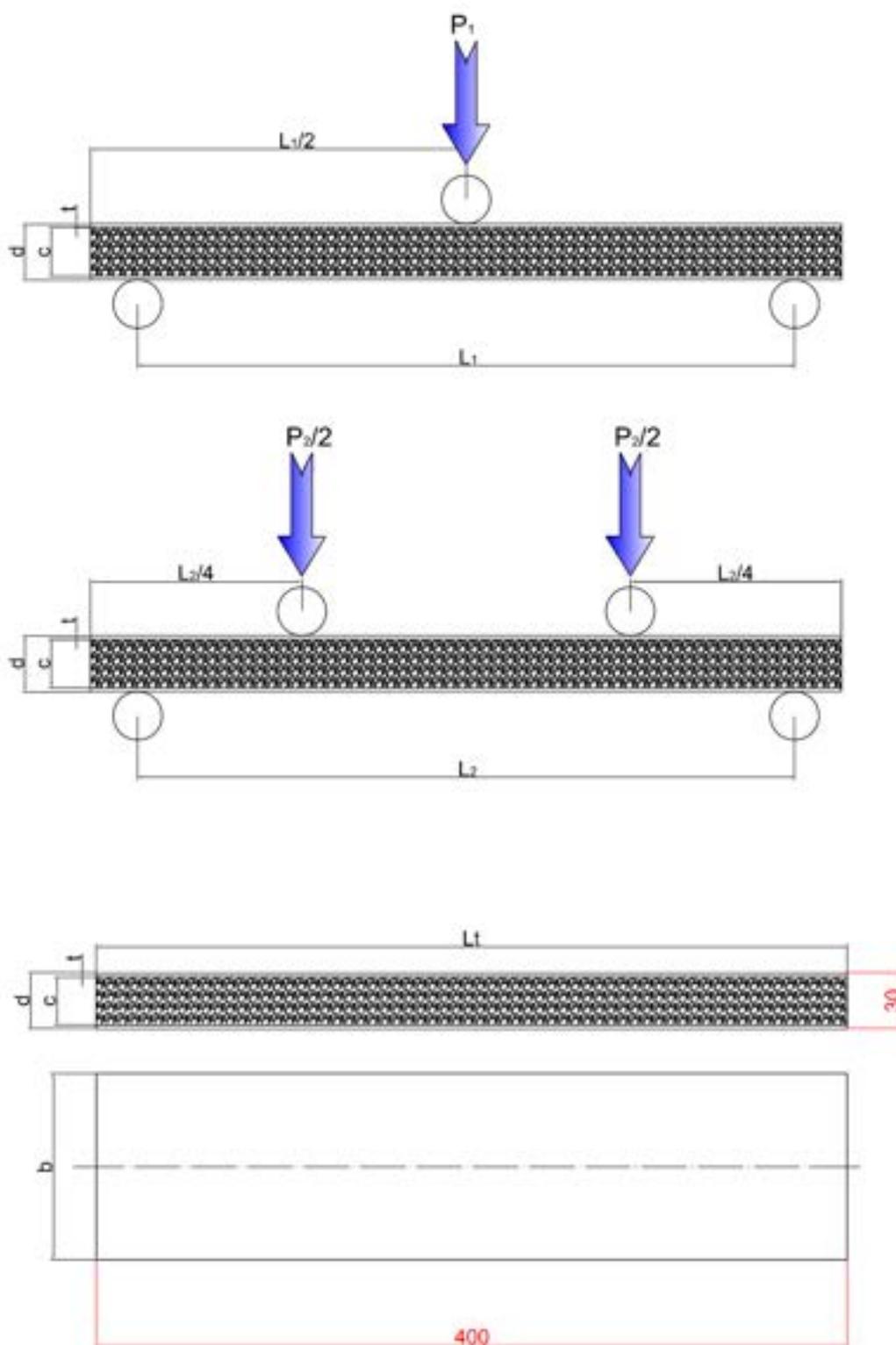


Figura 2: Schematizzazione del campione di prova nella condizione di flessione a tre punti e flessione a 4 punti con carico ad $1/4$.

Considerato che la ASTM C393 ha come materiale di riferimento i pannelli sandwich "honeycomb", per la definizione dei campioni di riferimento sono state prese in considerazione anche le indicazioni derivanti dalla letteratura. Il pannello sandwich con *core* in schiuma di alluminio e gli schemi di carico previsti dalla normativa sono rappresentati nella **Figura 1**.

In particolare le caratteristiche dimensionali dello schema sono di seguito descritti:

- **d**= spessore complessivo del sandwich;
- **c**= spessore del *core*;
- **b**= larghezza del campione di prova;
- **t**= spessore delle pelli (nel caso generale possono essere definiti t_1 e t_2)
- **Lt**= lunghezza totale del campione di prova
- **L**= lunghezza fra gli appoggi;
 - **L₁** (nella prova a flessione a tre punti)
 - **L₂** (nella prova a flessione a 4 punti).

Le indicazioni della normativa per la definizione della dimensione del campione di prova possono così essere sintetizzati:

Parametro	Requisiti
b	<ul style="list-style-type: none"> • $\geq 2d$ • $b \geq 3$ di dimensione cella (valido per honeycomb) nel materiale AFS la cella può essere assimilata alla dimensione media dei pori (5 mm) $\frac{L}{2}$ <ul style="list-style-type: none"> • $b \leq \frac{L}{2}$
Lt	Il maggiore fra <ul style="list-style-type: none"> • L+ 50mm $L + \frac{d}{2}$ <ul style="list-style-type: none"> • $L + \frac{d}{2}$

I requisiti del campione quindi indicano una larghezza che dovrebbe essere maggiore o uguale a 60 mm mentre posto $L=350$ mm la **Lt** deve essere uguale a 400mm.

La norma non impone particolari vincoli sul valore di **L** che però va scelto in funzione della caratteristica ricercata sul sandwich ovvero:

per la valutazione della resistenza a taglio del *core* (resistenza che permette di trasmettere la sollecitazione da una pelle all'altra del pannello), **L** deve essere relativamente piccola;

per la valutazione della resistenza a trazione/compressione delle pelli, deve potersi sviluppare un momento relativamente elevato con un basso livello di carico per cui sono da prediligere campioni relativamente lunghi anche in considerazione dello spessore delle pelli.

Nel nostro caso, considerando la natura delle pelli realizzate in lega di alluminio, le cui caratteristiche risultano note, le caratteristiche ricercate riguardano principalmente la risposta del *core* in schiuma di alluminio.

Considerato l'elevato costo del materiale sulla base anche della DIN 53 293 che permette dimensioni del campione di larghezza inferiore le dimensioni finali dei campioni di qualifica sono sintetizzati nella tabella seguente.

d [mm]	b [mm]	L_t [mm]
30	45	400

Tabella 1: Dimensioni per qualifica meccanica a flessione ENEA

1.2.2 Progettazione dell'attrezzatura di prova

La dimensione del campione di prova oltre a rispettare le normative di riferimento ha necessariamente dovuto tener conto della dimensione della macchina di prova.

Per l'esecuzione delle prove di flessione è stata ideata un'attrezzatura che alla base abbia un supporto sufficientemente rigido che permetta di alloggiare, ad intervalli discreti ed univocamente fissati, i supporti di base che sostengono il campione. La misura della deformazione al centro del campione viene effettuata mediante un LVDT posizionato nella piastra di supporto inferiore.

Il carico viene fornito mediante una piastra di carico superiore che permette di alloggiare ad intervalli discreti e univocamente fissati i cilindri di carico. Il sistema così realizzato permette di garantire una elevata ripetibilità del set-Up di prova anche grazie alla piastra allineatrice. Infatti, quest'ultima permette di allineare la piastra degli appoggi con la piastra di carico ed allo stesso tempo posiziona in modo univoco il campione sugli appoggi in modo che sia posizionato esattamente al centro rispetto agli appoggi.

La figura seguente riporta lo schema dell'apparecchiatura i cui disegni esecutivi (DIS-UTTMAT(2011)01) sono allegati in appendice.

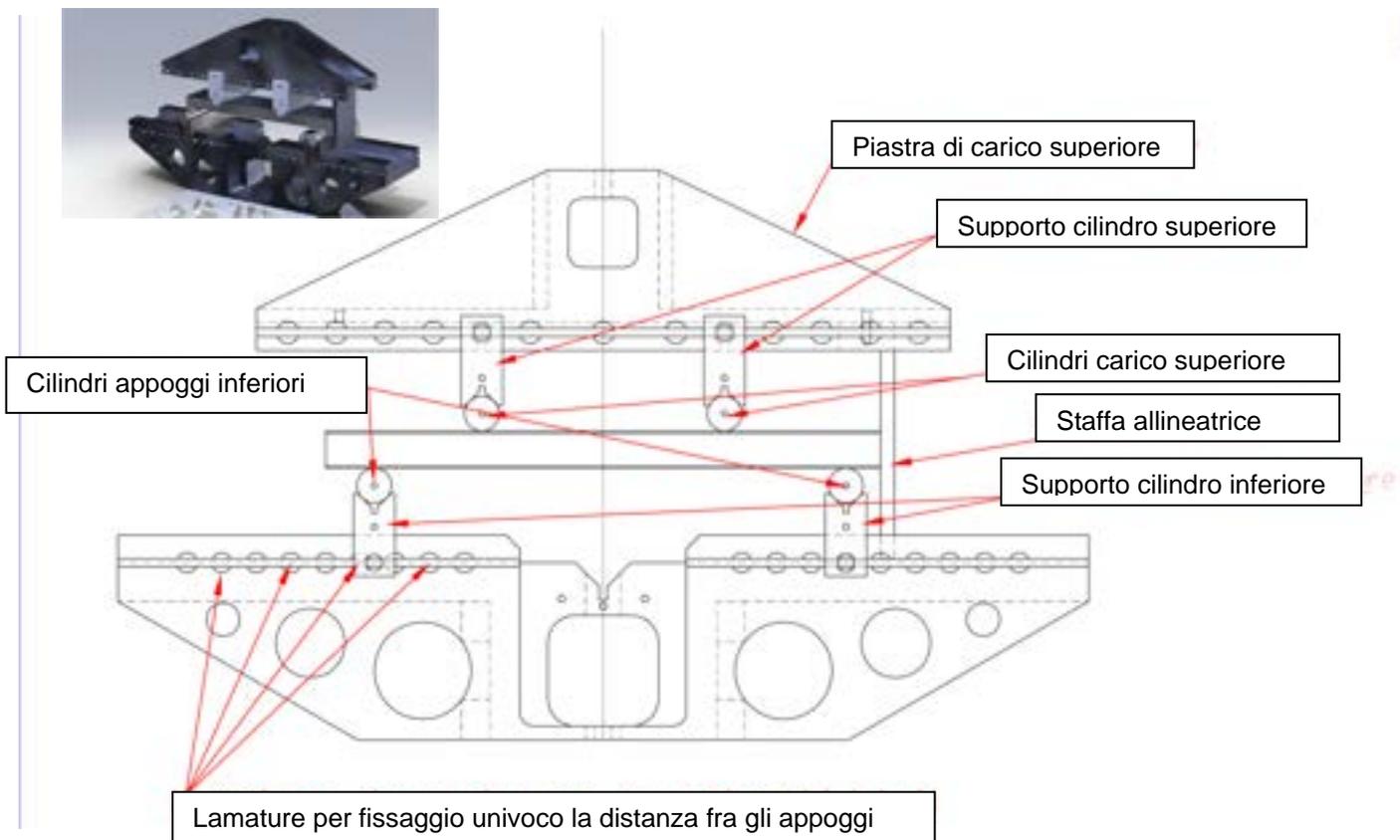


Figura 3: Schematizzazione apparecchiatura per prove a flessione.

L'apparecchiatura è realizzata in alluminio ed acciaio Inox AISI 410 per gli elementi di carico la configurazione permette di settare L variabili con intervalli di 50 mm ($L=200-600$).

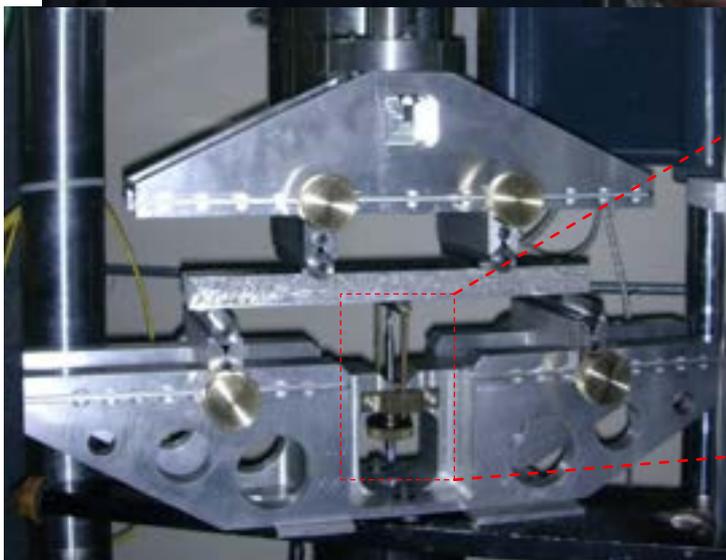
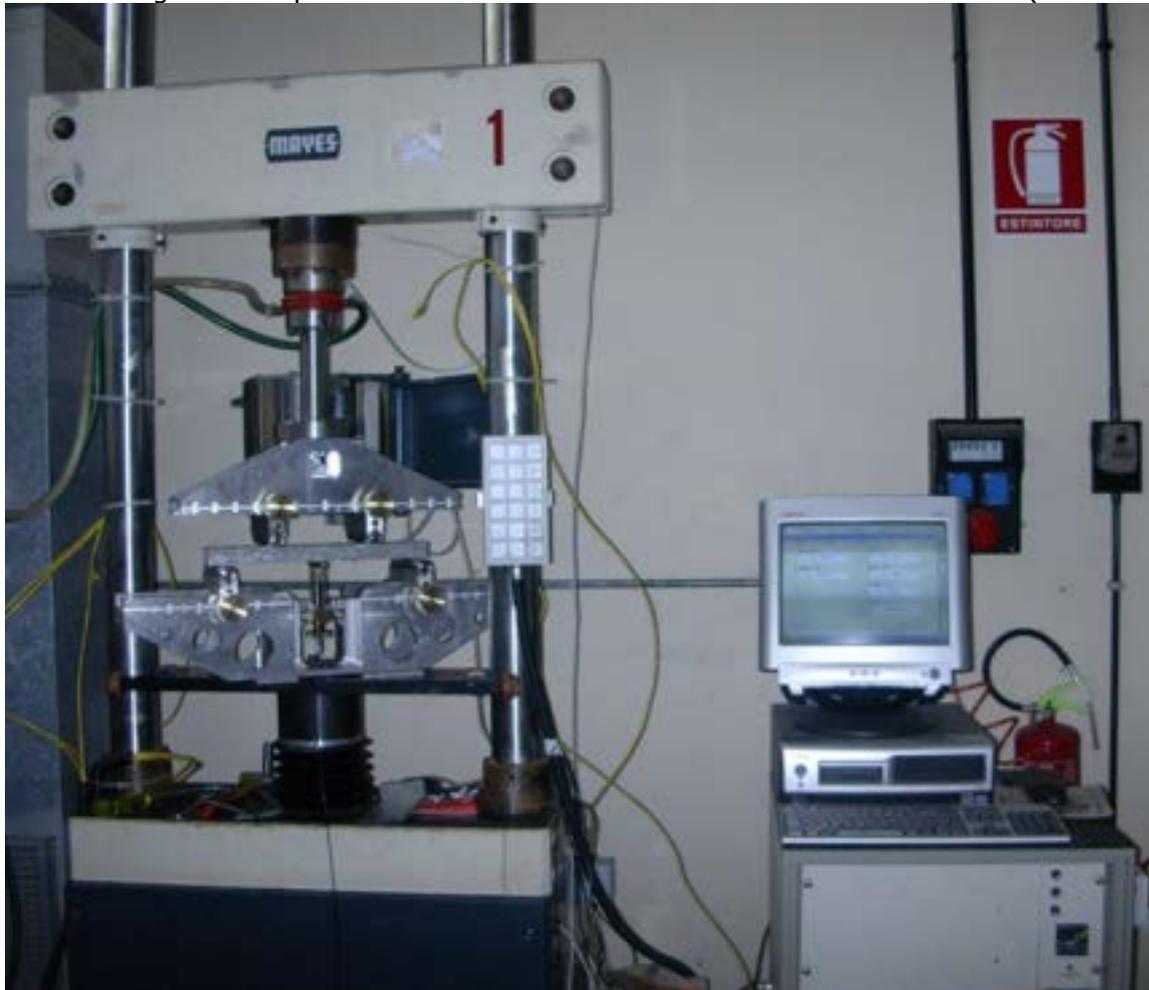


Figura 4: Apparecchiatura per prove a flessione in fase di collaudo.

La **Figura 4** mostra l'apparecchiatura installata sulla macchina di prove universali MAYES nelle fasi di collaudo del funzionamento su un campione di AFS. I particolari in basso nella figura mostrano in particolare del sistema di misura della deformazione lungo la linea di mezzzeria del campione mediante rilevatore LVDT con corsa complessiva di 25 mm.

Le fasi di collaudo hanno permesso di determinare la velocità di carico e il settaggio della scala del LVDT. La normativa ASTM infatti definisce che le misurazioni delle dimensioni dei provini e della distanza L devono essere effettuate con una precisione di $\pm 0,5\%$ e che il carico deve essere applicato con un velocità costante in modo che il carico massimo venga raggiunto in un intervallo di tempo compreso fra 3 e 6 min.

Il primo test è stato effettuato ad una velocità bassa pari a 0,5 mm/min, posizionando LVDT al suo 0 ed elevata frequenza di campionamento (50 Hz).

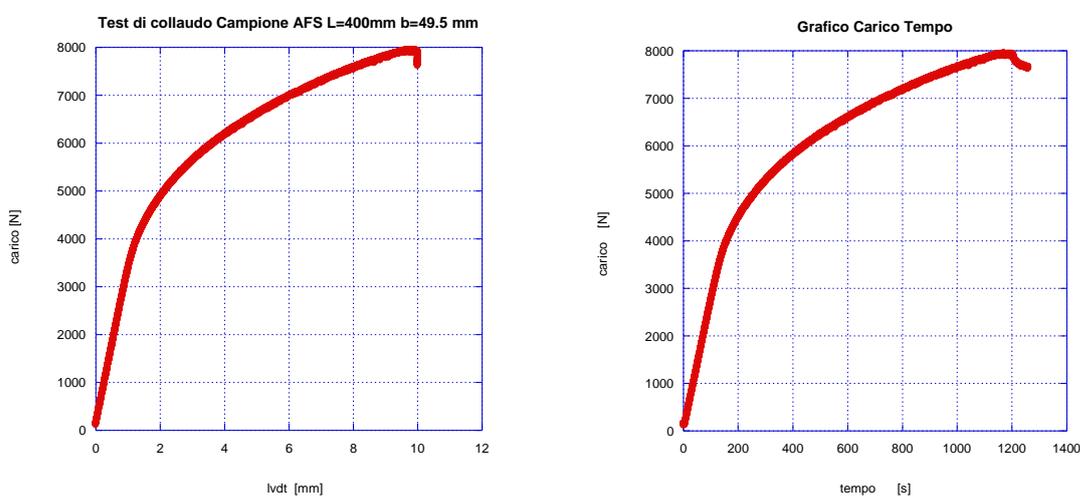


Figura 5: Curva di carico deflessione del campione di collaudo. Velocità di carico 0,5 mm/min

Il test ha dimostrato che il carico massimo in queste condizioni si verifica dopo circa 20 min ma che il campione non risulta ancora visivamente danneggiato. Questo ad indicare un'elevata resistenza del materiale ed allo stesso tempo la necessità di sfruttare completamente la corsa dell' LVDT partendo dal suo campo di misura negativo in quanto la rottura del pannello avviene con una deflessione al centro che può raggiungere i 20 mm.

In linea con quanto riportato in letteratura. La zona elastica è tuttavia molto limitata, deflessione di circa 1 mm.

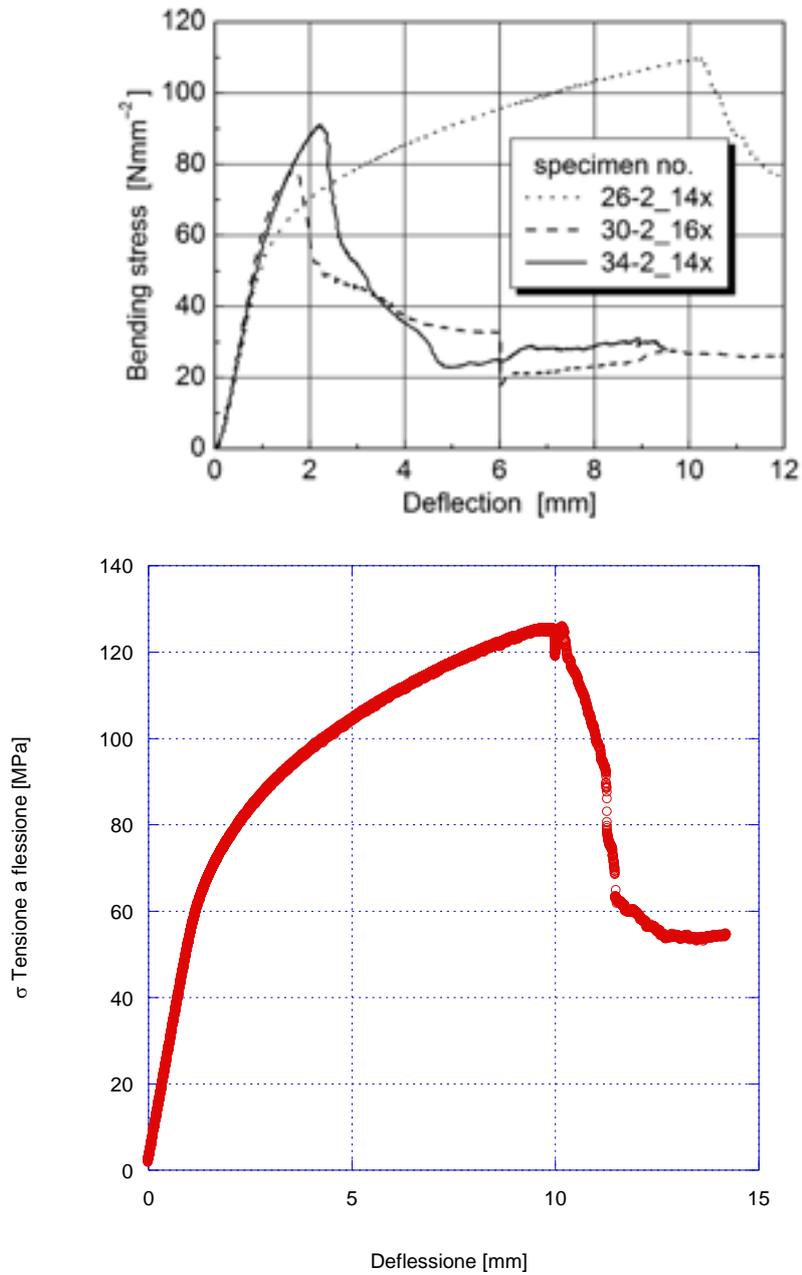


Figura 6: In alto sono mostrate le curve di carico di flessione su 4 punti di pannelli AFS simili [J. Vogel, J. Keller, A. Sviridov, H.-J. Feige, K. Kreyszig, J. Auersperg, P. Plass and H. Walter "Characterisation of Strength Behaviour of Aluminium Foam Sandwiches Under Static Load" Stain 2009] in basso la curva tensione deformazione del campione di collaudo.

CAPITOLO 2
Protocollo di qualifica del materiale base e di giunti saldati.

2.1 Modalità di effettuazione della prova di flessione

La prova di flessione dovrà essere effettuata sull'apparecchiatura descritta nel capitolo precedente nelle condizioni riportate in tabella:

Temperatura	23 +/- 3° C	
Velocità di carico	1 mm/min - 2 mm/min	
Frequenza di acquisizione	>= 10 Hz	
Dimensione campione	b= 45-60 mm, d=30 mm, Lt=400 mm	
	4 PBT*	3 PBT
Distanza fra gli appoggi (4PBT)	L ₂ = 350 mm	L ₁ = 350 mm
Distanza fra i punti di carico (4PBT)	L ₂ /2= 175 mm	L ₁ /2= 175 mm
Campo misura deflessione (LVDT)	20 mm	
Interruzione della prova	Quando sono visibili danneggiamenti comunque entro il range di 12-20 mm	

Tabella 2: Principali condizioni di prova (* PBT "Points Bending Test")

I parametri di misura rilevati minimi sono:

- **P** = curva di carico con registrazione del carico massimo;
- **Δ** = deflessione in mezzzeria del campione;
- Curva carico/deflessione.
- Descrizione del tipo di rottura (rottura per taglio nel *core*, per delaminazione, delle pelli etc).

A partire dai dati rilevati è possibile determinare in accordo con la ASTM C393 lo stato tensionale ultimo (a rottura) e determinare anche lo stato tensionale al limite elastico del *core* e delle pelli che sono dati sensibili per la progettazione di componenti in AFS.

I paragrafi successivi sintetizzano le equazioni per determinare le tensioni di taglio e flessione.

Inoltre, sono riportate anche le equazioni per la determinazione della deflessione al centro del campione. In questo modo prendendo nella zona di comportamento lineare due punti di corrispondenza deflessione (**Δ₁**, **Δ₂**) e carico (**P₁**, **P₂**) è possibile determinare anche il modulo di elasticità E ed il modulo di elasticità a taglio G.

2.1.1 Resistenze del core e delle pelli 3PBT & 4PBT

La tabella seguente riepiloga le equazioni da utilizzare per la determinazione dello stato tensionale su un campione di qualifica AFS sia con prova su 3 punti (3PBT) sia per la prova presa in considerazione di flessione su 4 punti (4PBT).

3PBT	4PBT	
$\tau = \frac{P}{(d + c)b}$		<p>τ = tensione di taglio nel <i>core</i> [MPa] σ = tensione di flessione nelle pelli [MPa] P = carico di rottura [N] d = spessore complessivo del <i>sandwich</i> [mm]; c = spessore del <i>core</i> [mm]; b = larghezza del campione di prova [mm]; L = distanza fra gli appoggi [mm] t = spessore delle pelli [mm]</p>
$\sigma = \frac{PL}{2t(d + c)b}$	$\sigma = \frac{PL}{4t(d + c)b}$	

Tabella 3: Tabella di sintesi per il calcolo delle tensioni su pelli e core

2.1.2 Deflessione del pannello 3PBT & 4PBT

La tabella seguente sintetizza le formule per il calcolo della deflessione in mezzera del pannello. Tali relazioni sono valide essenzialmente nella zona di comportamento elastico del pannello.

Utilizzando due punti nella curva di carico deflessione ricavati dal test di flessione otteniamo due equazioni e due incognite in D ed U. ricavati questi ultimi dalla soluzione del sistema è semplice determinare E e G che possono essere utilizzati, assieme alle caratteristiche di resistenza tensionale per la progettazione con elementi AFS.

In alternativa se sullo stesso tipo di AFS vengono condotti test sia con prova di flessione a tre punti sia con prova di flessione a 4 punti è possibile ottenere il calcolo del modulo di rigidezza a flessione (D) ed il modulo a taglio del core (G) risolvendo le equazioni 1 e 2.

3PBT	4PBT	
$D = \frac{E(d^3 - c^3)b}{12}$ $U = \frac{G(d + c)^2b}{4c}$		<p>P= carico di rottura [N] L= distanza fra gli appoggi [mm] D= rigidezza a flessione d el pannello [N/mm²] U= rigidezza a taglio del pannello [N]</p>
$\Delta = \frac{PL^3}{48D} + \frac{PL}{4U}$	$\Delta = \frac{11 PL^3}{768 D} + \frac{PL}{8 U}$	

Tabella 4: Tabella di sintesi per il calcolo delle deflessioni dei pannelli

Equazione 1

$$D = \frac{P_1 L_1^3 [1 - (11L_2^2/8L_1^2)]}{48\Delta_1 [1 - (2P_1 L_1 \Delta_2 / P_2 L_2 \Delta_1)]}$$

Equazione 2

$$G = \frac{P_1 L_1 c [8L_1^2 / 11L_2^2 - 1]}{\Delta_1 b (d + c)^2 [(16P_1 L_1^3 \Delta_2 / 11P_2 L_2^3 \Delta_1) - 1]}$$

In particolare, dati con pedice "1" sono riferiti ai dati relativi alla prova 3PBT mentre i dati con pedice "2" sono riferiti alla prova 4 PBT.

2.2 Esempio di test a flessione 4 PBT su campioni standard di AFS tal quale

Nella figura seguente è riportato il grafico della tensione a flessione nelle pelli e taglio nel core in funzione del tempo.

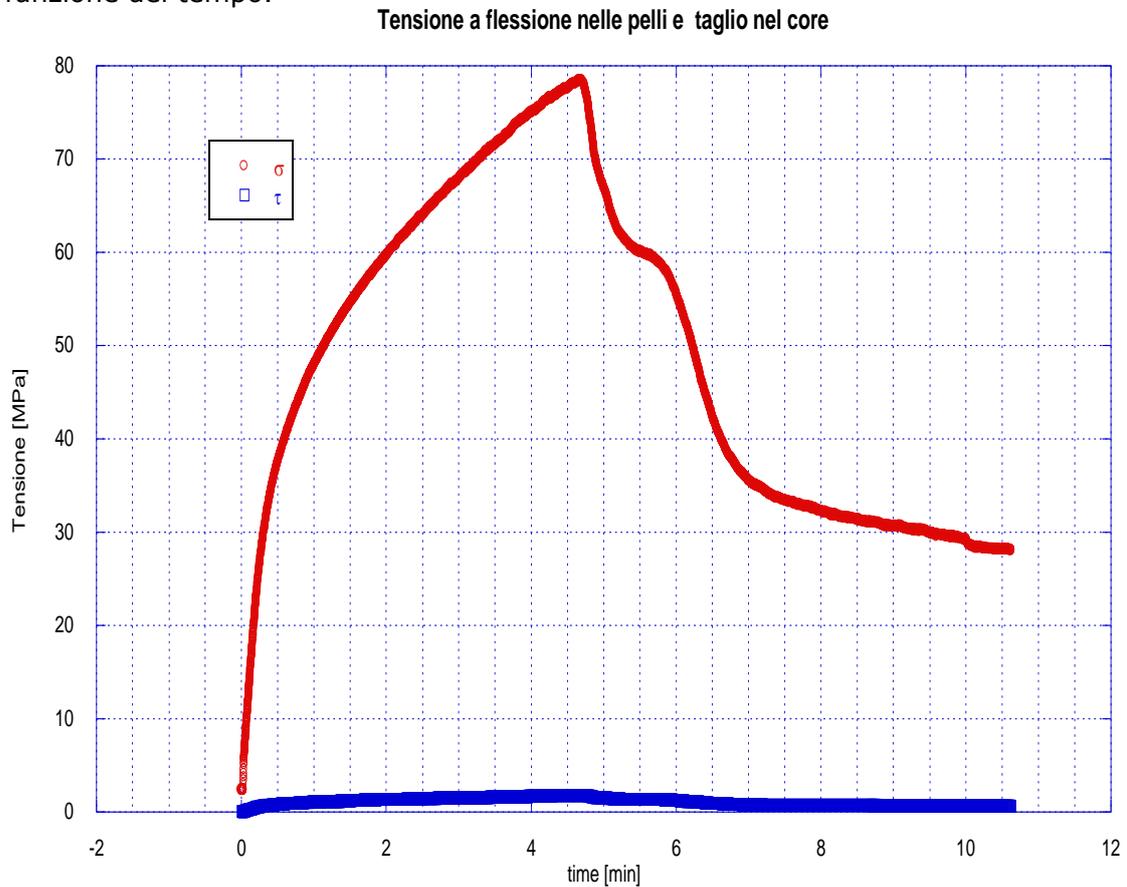


Figura 7: Andamento delle tensioni nel pannello AFS in funzione del tempo.

Il grafico mostra che il carico di rottura alla velocità di carico di 1 mm/min rientra nelle raccomandazioni della norma (3-6 min). La frequenza di acquisizione utilizzata è di 20 Hz e garantisce comunque un ampio numero di dati. La prova ha una durata complessiva di circa 11 min.

La figura sottostante mostra le condizioni del campione sotto prova e le condizioni finali del campione.

Il campione subisce una rottura del *core* a taglio fra gli appoggi e i punzoni di carico.

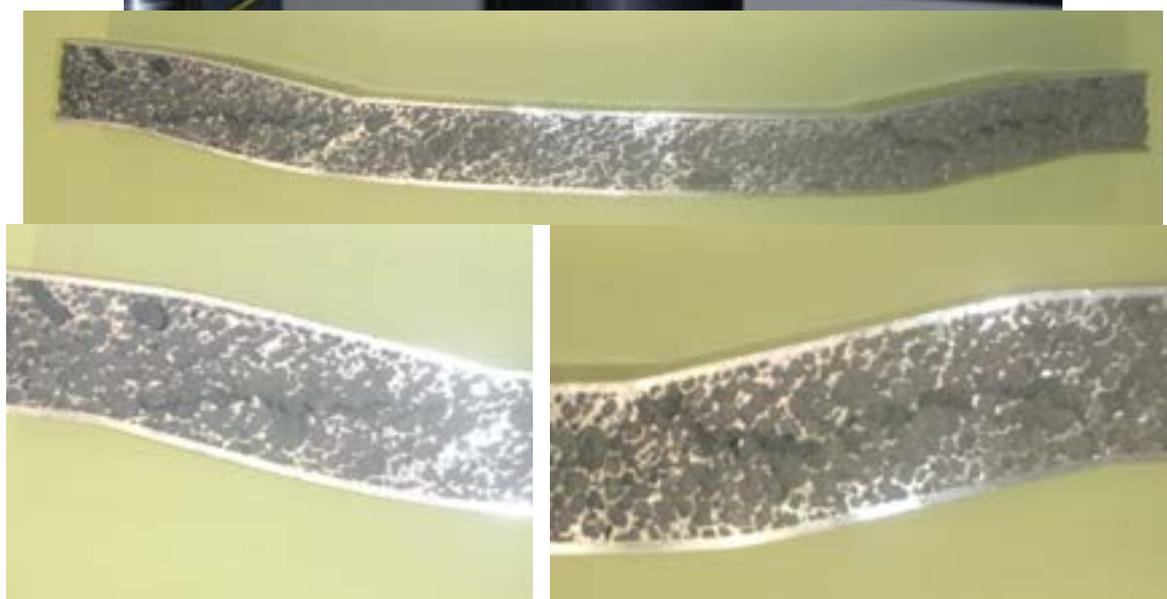
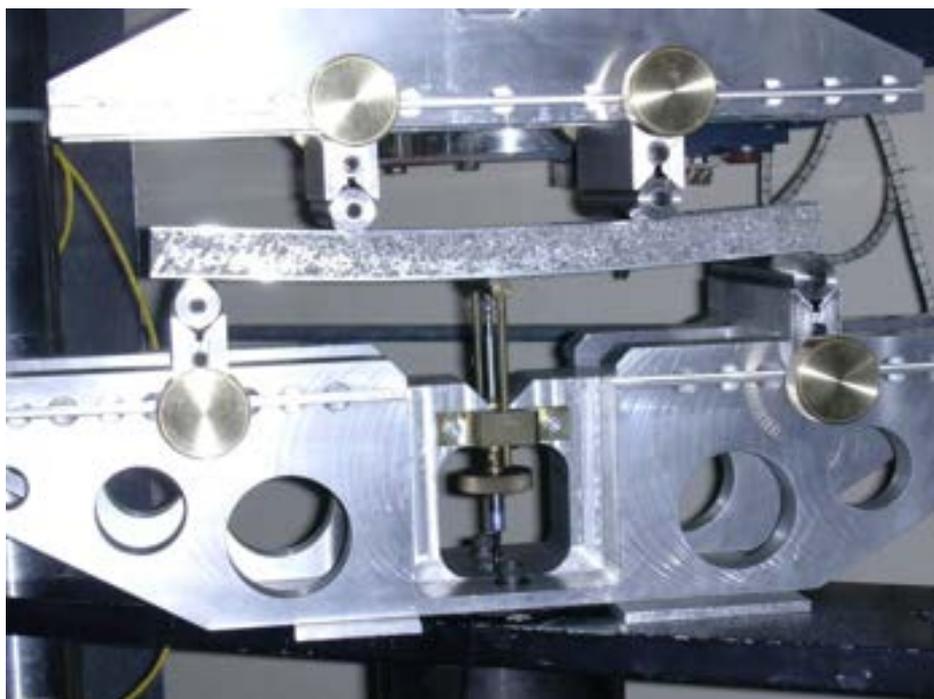


Figura 8: Fasi di carico del campione ed aspetto della rottura.

La figura successiva riporta la curva di carico in funzione della deflessione al centro. Il carico di rottura si osserva per una deflessione di circa 9 mm. Il comportamento lineare si riduce tuttavia a pochi decimi di millimetro di deflessione (**Figura 10**).

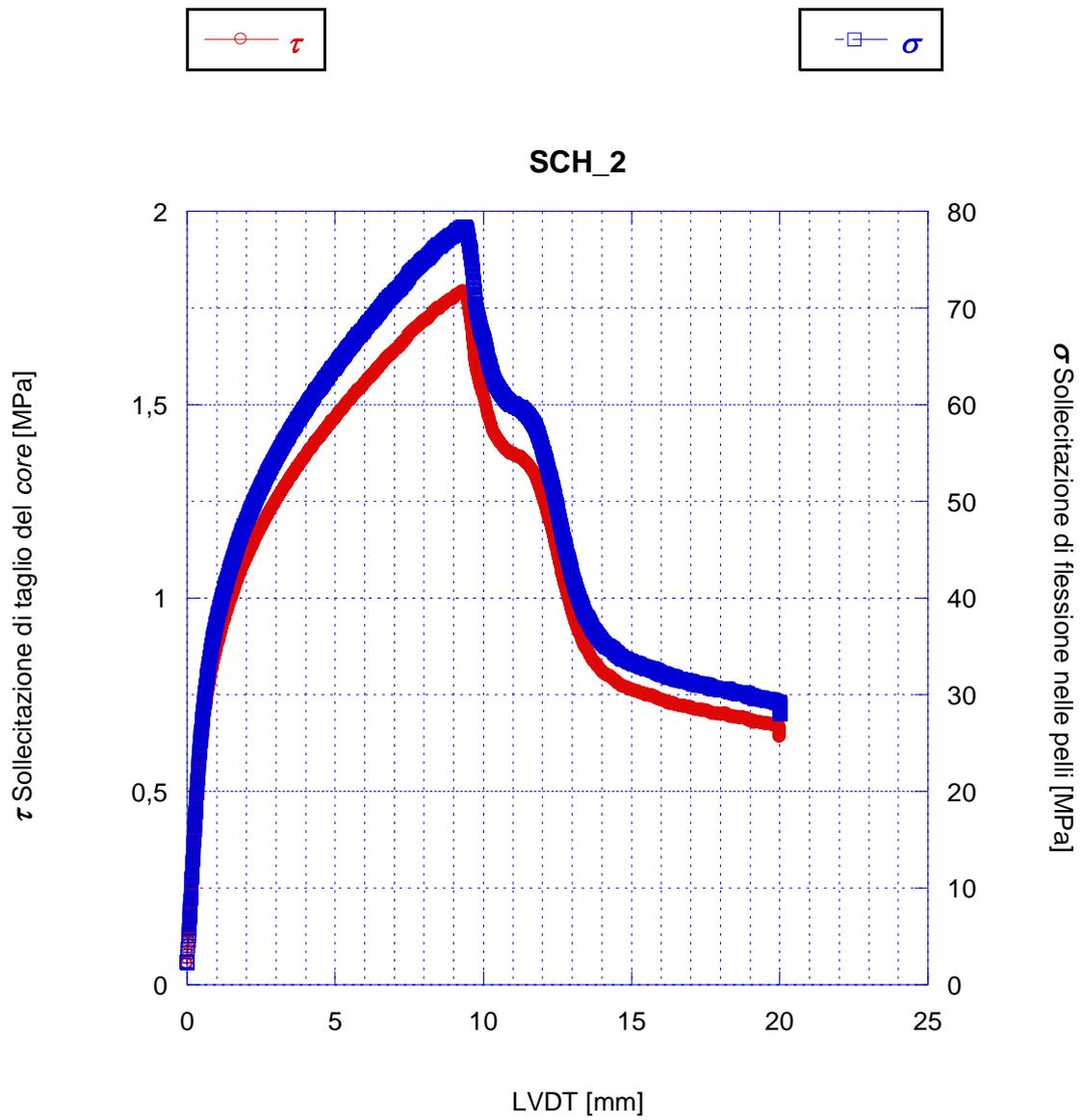


Figura 9: Andamento delle tensioni nel pannello AFS in funzione della deflessione

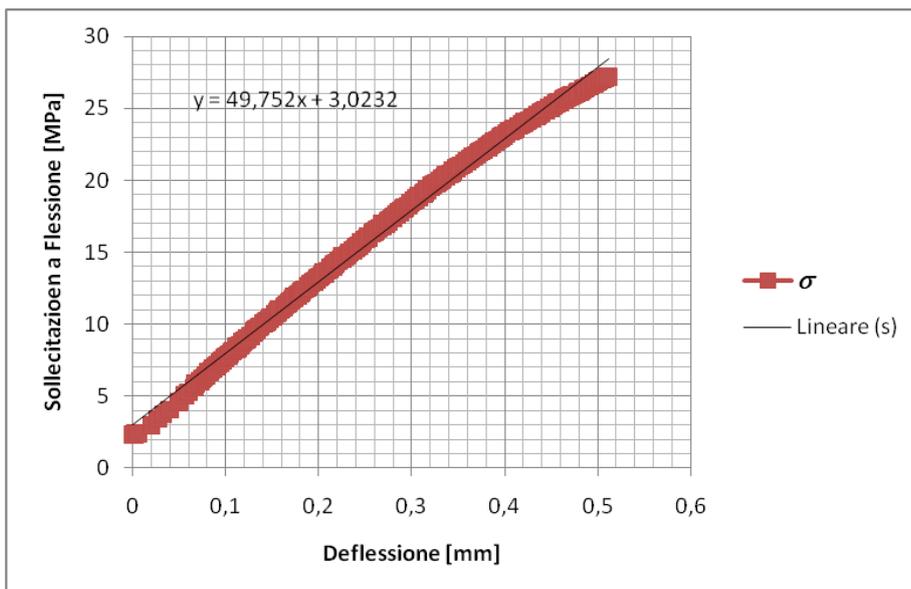
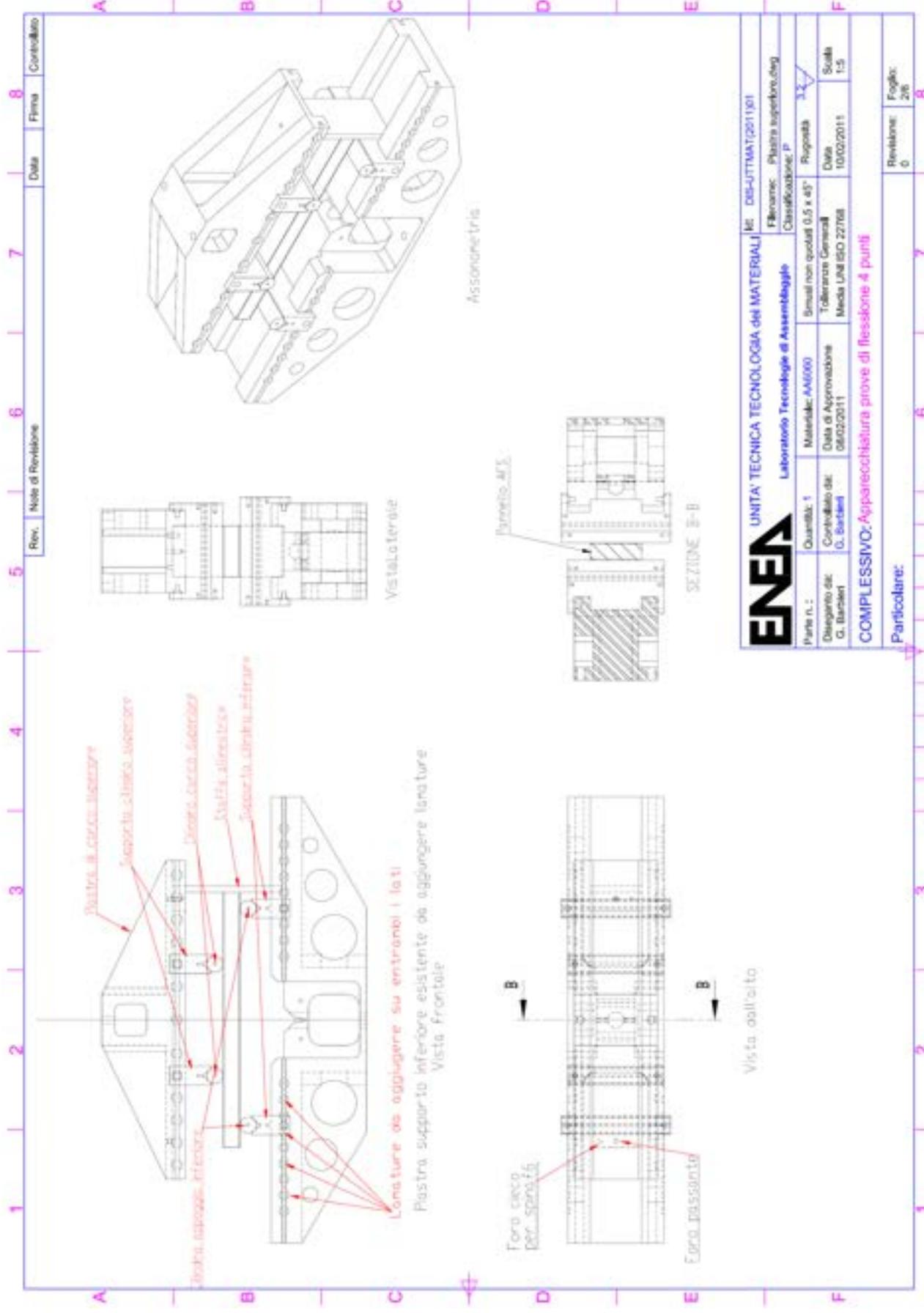


Figura 10: Analisi del primo tratto a comportamento lineare

APPENDICE A

Disegni esecutivi dell'apparecchiatura specifica per caratterizzazione meccanica di AFS.

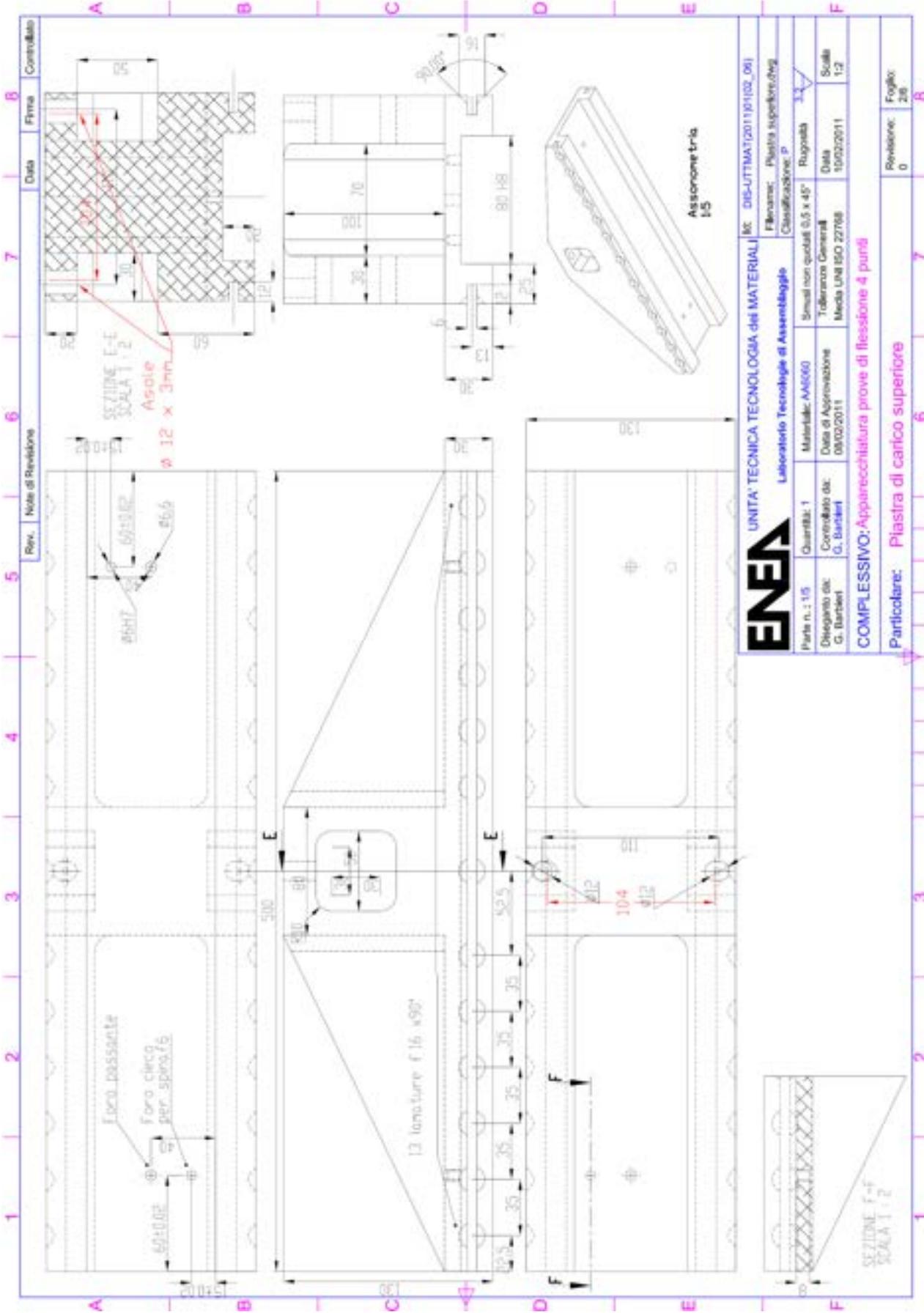


ENEA

UNITA' TECNICA TECNOLOGIA del MATERIALI **IC: DIS-UTTMAT(2011)01**
 Laboratorio Tecnologie di Assemblaggio
 Filenome: Plastra superiore.dwg
 Classificazione: P

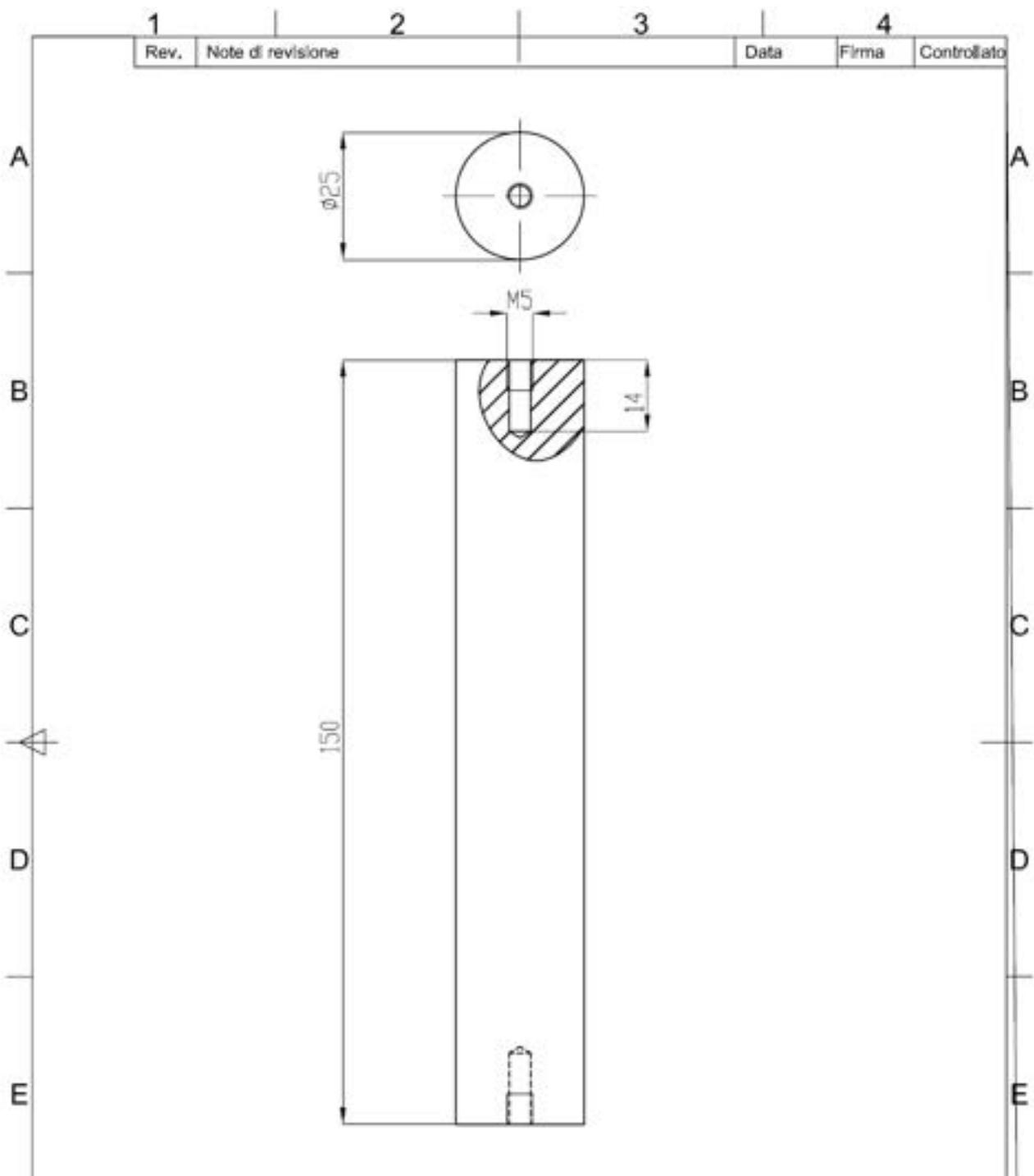
Parte n.:	Quantita':	Materiale:	Smisal non quotati	Rogosta
Disegnato da:	Controllato da:	Data di Approvazione	Tolleranze Generali	Data
G. Bianchi	G. Bianchi	06/02/2011	Media UNI ISO 22768	10/02/2011
Scale			1:5	

COMPLESSIVO: Apparechiatura prove di flessione 4 punti



Rev.	Note di Revisione	Data	Firma	Controllato

ENEA		UNITA' TECNICA TECNOLOGIA DEI MATERIALI		MC DIS-UTTMAT(2011)01(02_06)	
Laboratorio Tecnologie di Assemblaggio		Filenam: Piastra Superiori.07g		Classificazione: P	
Parte n.: 1/5	Quantità: 1	Materiale: A45060	Simul non quotati: 0,5 x 45°	Rugosità: 3,2	
Disegnato da: G. Barbieri	Controllato da: G. Barbieri	Data di Approvazione: 09/02/2011	Tolleranza Generali: Media UNI 60 2706	Data: 10/02/2011	Scala: 1:2
COMPLESSIVO: Apparecchiatura prove di flessione 4 punte					
Particolare: Piastra di carico superiore				Revisione: 0	Foglio: 28



UNITA' TECNICA TECNOLOGIA dei MATERIALI

Laboratorio Tecnologie di Assemblaggio

Id: DIS-UTTMAT(2011)01(03_06)

Filename: SupportiSup.dwg

Classificazione: P

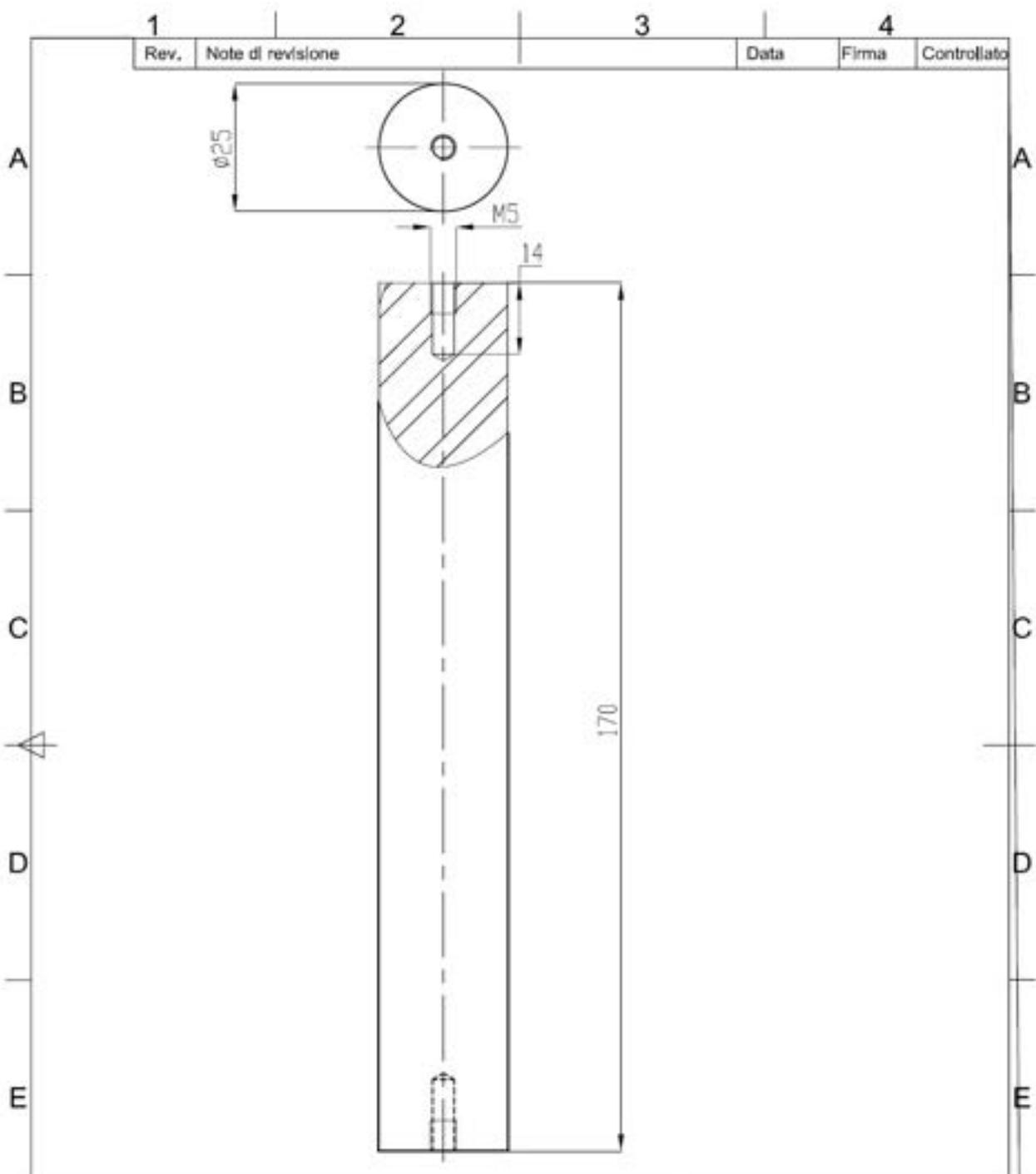
Parte n. : 3/5	Quantità: 2	Materiale: AISI410	Smussi non quotati 0,5 x 45°	Rugosità 3,2	
Disegnato da: G. Barbieri	Controllato da: G. Barbieri	Data di Approvazione: 08/02/2011	Tolleranze Generali: Media UNI ISO 22768	Data: 10/02/2011	Scala: 1:1

COMPLESSIVO:Apparecchiatura prove di flessione 4 punti

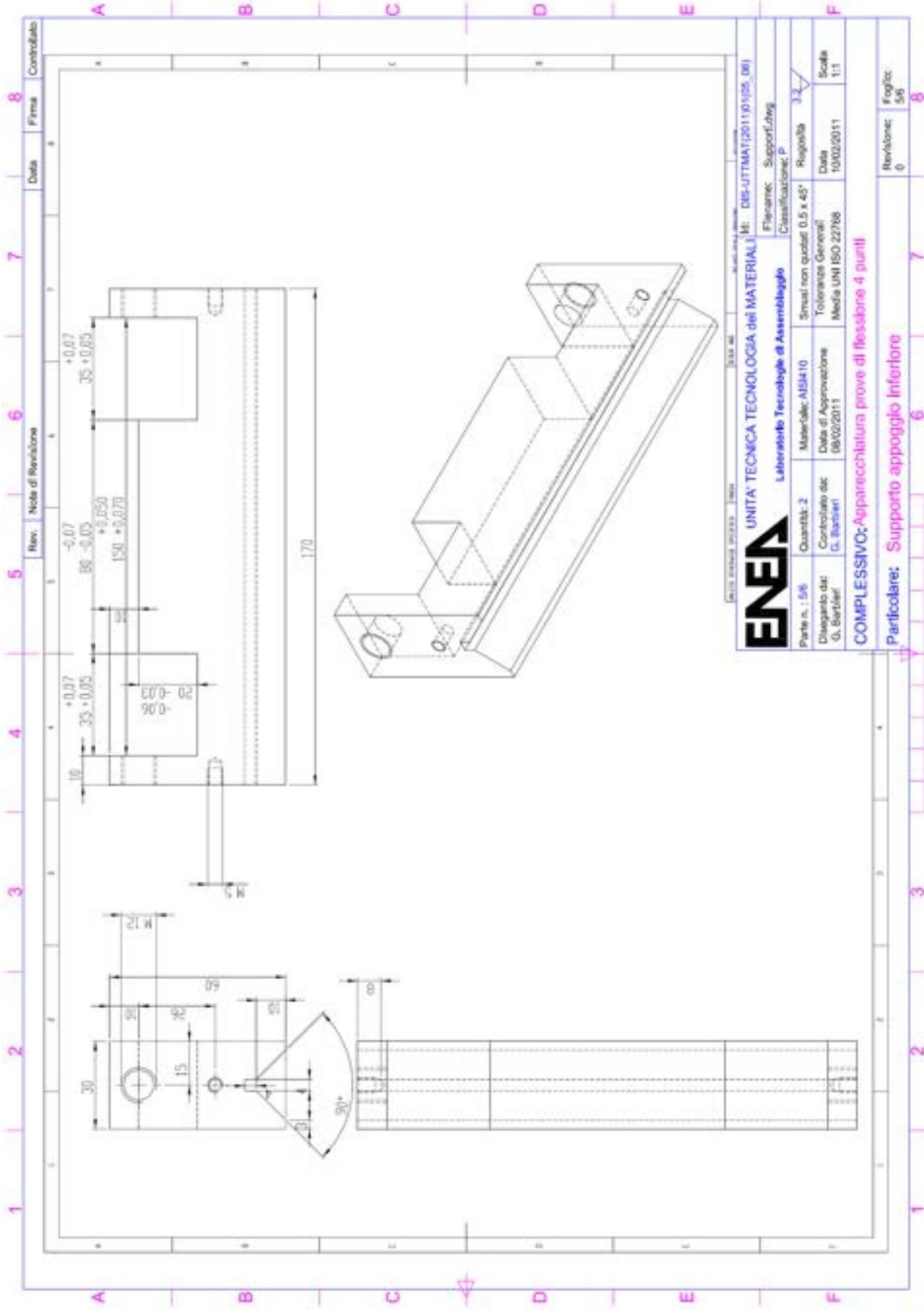
Particolare: **Cilindro** Revisione: 0 Foglio: 2/6

1

4

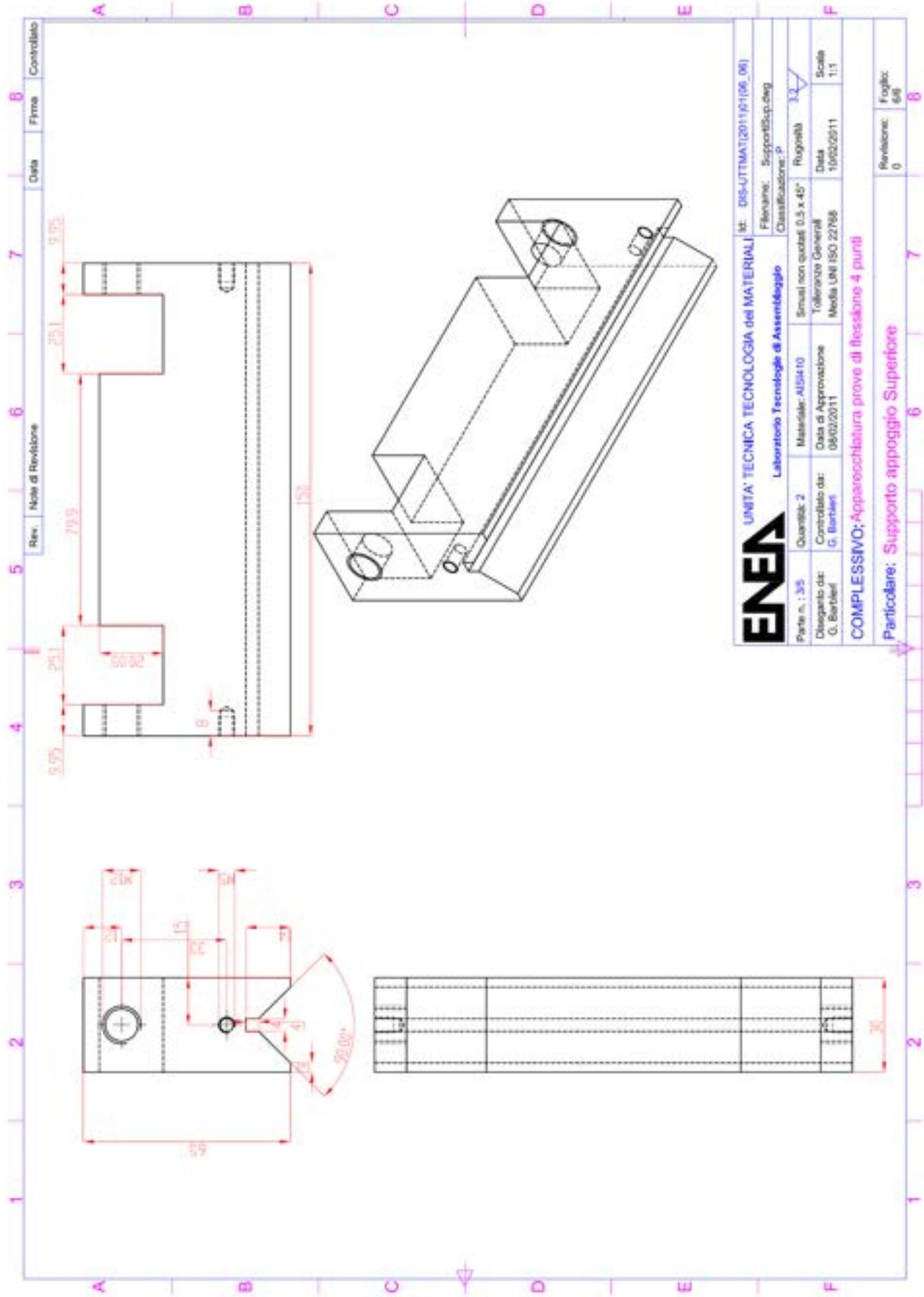


ENEA		UNITA' TECNICA TECNOLOGIA dei MATERIALI		Id: DIS-UTTMAT(2011)01(04_06)	
		Laboratorio Tecnologie di Assemblaggio		Filename: SupportiSup.dwg	
				Classificazione: P	
Parte n. : 4/6	Quantità: 2	Materiale: AISI410	Smusi non quotati 0,5 x 45°	Rugosità 3,2	
Disegnano da: G. Barbieri	Controllato da: G. Barbieri	Data di Approvazione 08/02/2011	Tolleranze Generali Media UNI ISO 22768	Data 10/02/2011	Scala 1:1
COMPLESSIVO:Apparecchiatura prove di flessione 4 punti					
Particolare: Cilindro appoggio di Base				Revisione: 0	Foglio: 4/6



Rev.	Note di Revisione	Data	Firma	Controllato

ENEA		UNITA' TECNICA TECNOLOGIA DEI MATERIALI		M: DIS-UTTMAT(2011.01)05_001	
Laboratorio Tecnologie di Assemblaggio		Filareme: SupportLabeg		Classificazione: P	
Parte n.: 5/6	Quantità: 2	Materiale: AISI410	Smussi non quotati 0.5 x 45°	Rugosità: 3.2	Scala: 1:1
Disegnato da: G. Barbieri	Controllato da: G. Barbieri	Data di Approvazione: 08/02/2011	Tolleranze Generali: Media UNI ISO 22768	Data: 10/02/2011	
COMPLESSIVO: Apparecchiatura prove di flessione 4 punti					
Particolare: Supporto appoggio inferiore					Revisione: 0
					Foglio: 5/6



Rev.	Note di Revisione	Data	Firma	Controllo

ENEA		UNITA' TECNICA TECNOLOGIA dei MATERIALI		M: DIS-UTTMAT2011/01/06_06)	
Laboratorio Tecnologia di Assemblaggio		Filosofia: SupportoSup.dwg		Classificazione: P	
Parte n.: 35	Quantità: 2	Materiale: AL5410	Smussi non quotati 0,5 x 45°	Rugosità: 3.2	Scala: 1:1
Disegnato da: G. Barbieri	Controllato da: G. Barbieri	Data di Approvazione: 08/02/2011	Tolleranze Generali: Media UNI ISO 22768	Data: 10/02/2011	Foglio: 1/1
COMPLESSIVO: Apparecchiatura prove di flessione 4 punti					
Particolare: Supporto appoggio Superiore					Revisione: 0
					Foglio: 6/6