

Prolenx®

Colata di alluminio fuso a contatto con Prolenx®

 EN 470-1 ABBIGLIAMENTO PROTETTIVO	 EN 531 A B C D E ABBIGLIAMENTO PROTETTIVO Abbigliamento che protegge dal calore e dalle scintille
---	--



IL SERVIZIO VINCENTE



www.mediapartner.it

Un servizio tecnico qualificato, una logistica flessibile e puntuale, la miglior assistenza pre e post-vendita. Lasciamo a voi la scelta del campo, ovunque voi siate. Il servizio vincente ha un solo nome: **Commersald Group.**



COMMERSSALD GROUP

COMMERSSALD GROUP
via Bottego 245, Cognento
I - 41100 Modena
tel 059 348411
fax 059 343297
www.commersald.com
info@commersald.com



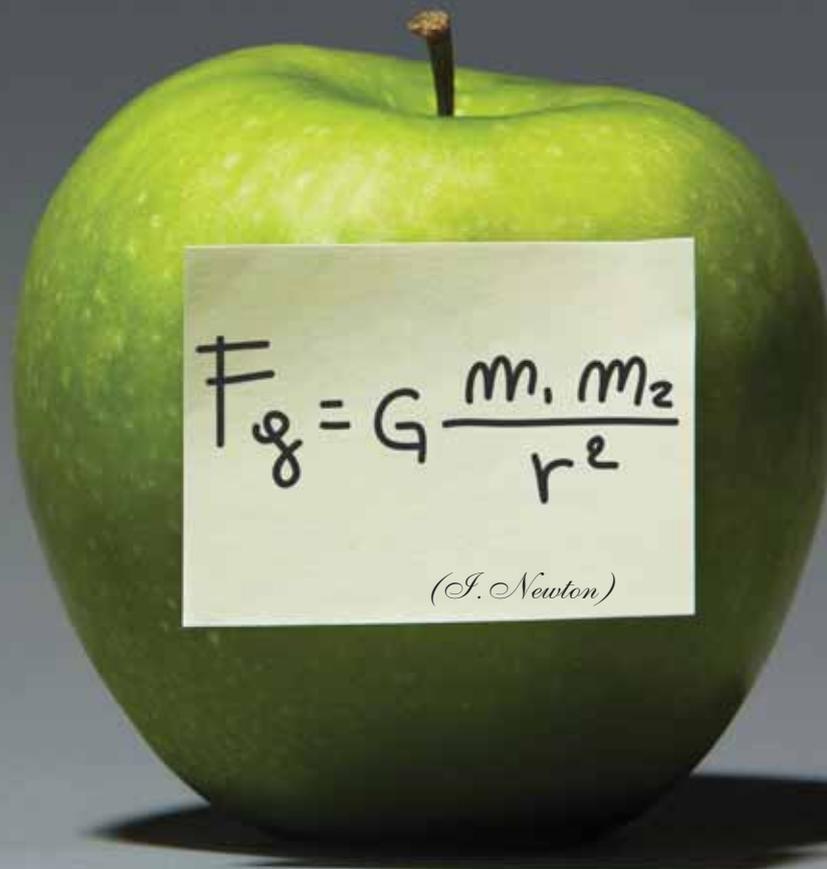
COMMERSSALD IMPIANTI s.r.l.



Dove non arriva la conoscenza arriva la fantasia.

Siamo abituati a guardare oltre, a non fermarci all'evidenza.
Così mettiamo a frutto esperienza e creatività,
tecnologia e intuito, per arrivare al risultato.
Sempre prima di domani.

Il futuro è oltre e noi ci saremo.



PETERGRAFF



GRUPPO MALACALZA

ASG Superconductors spa
16152 Genova - Italy
Corso F.M. Perrone, 73r
Tel +39 010 6489111 - Fax +39 010 6489277
www.as-g.it - e-mail: info@as-g.it

SINCERT



Più di quanto possiate immaginare.

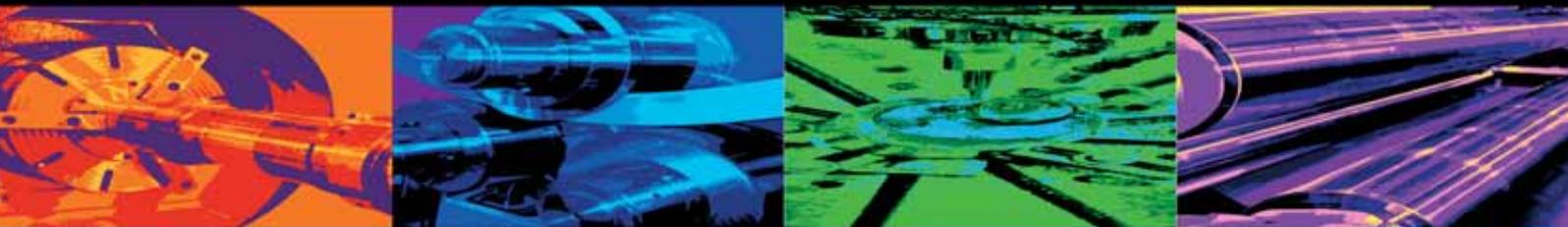


Welding tools & Protection

TECNOELETTRA S.p.A.

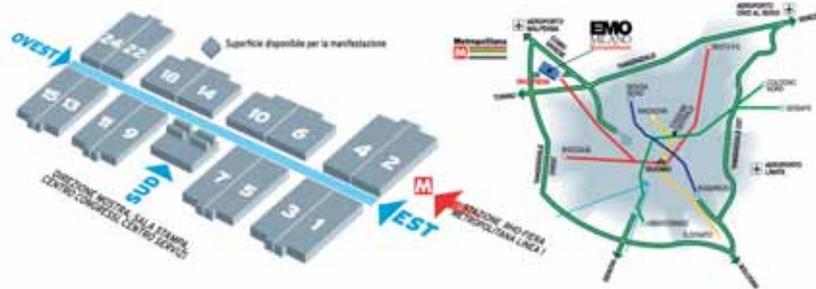
via Nazionale, 50a-70 - 23885 Calco [LC] Italy - tel. +39 039 9910429 - fax +39 039 9910431 - info@tecnosa.it - www.technosa.it

Il mondo della lavorazione dei metalli



Macchine utensili a deformazione e asportazione, macchine per la saldatura, i trattamenti termici e il trattamento delle superfici, robot, hardware e software di automazione, assemblaggio, utensili, componenti, accessori, metrologia, controllo qualità, sistemi per la sicurezza e la tutela ambientale... Tutti i modi in cui può coniugarsi "il saper fare" dell'universo che progetta e realizza innovazione per l'industria manifatturiera troveranno espressione in EMO MILANO 2009, ospitata, dal 5 al 10 ottobre, da **fieramilano**. EMO MILANO 2009 presenterà, infatti, tutte le "macchine (e non solo) per fare" prodotti nuovi, di più avanzati contenuti tecnologici e più elevata competitività, proponendo (si stima) l'offerta di 2.000 costruttori, in rappresentanza di 35 paesi, su una superficie espositiva di 180.000 mq.

EMO MILANO 2009 occuperà l'intero quartiere espositivo recentemente realizzato in area Rho/Però: sedici padiglioni, a sviluppo monoplanare, praticamente privi di colonne e ingombri strutturali, così da assicurare a tutti gli stand accessibilità e visibilità straordinarie. **fieramilano** è integrata nella fitta rete di trasporti urbani dalla linea metropolitana M1, che la collega al centro cittadino, alle stazioni ferroviarie, agli aeroporti Linate e Malpensa, connessi con i principali scali mondiali da voli diretti giornalieri. Facilmente raggiungibile attraverso le tangenziali autostradali milanesi, il complesso fieristico è dotato di parcheggi capaci di 10.000 posti auto.



Periodo di svolgimento: da lunedì 5 a sabato 10 ottobre 2009

Orario: dalle 9.30 alle 18.00

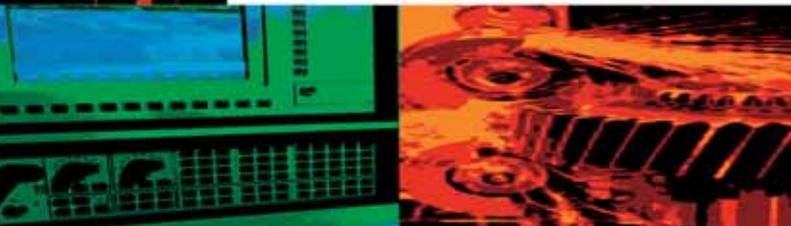
Ingresso: da 1 giugno a 10 ottobre, è operativa la prevendita on line di tessera giornaliera a € 15,00 e di tessera valida tre giorni (un ingresso al giorno) a € 40,00; acquistate alle reception della manifestazione, le tessere hanno costo di € 25,00 (giornaliera) e di € 50,00 (valida tre giorni; un ingresso al giorno)

Catalogo: € 30,00, disponibile nell'ambito della manifestazione

Ente organizzatore: EFIM-ENTE FIERE ITALIANE MACCHINE SPA

Per informazioni: EMO MILANO 2009 c/o CEU-CENTRO ESPOSIZIONI UCIMU SPA
viale Fulvio Testi 128, 20092 Cinisello Balsamo MI (Italy), tel. +39 02 262 551, telefax +39 0226 255 214/349
promotion.adv@emo-milan.com

www.emo-milan.com



Alitalia Official Carrier **INTESA** **SANPAOLO**

fieramilano

5-10 October 2009



EMO
MILANO

Promoted by



FONDAZIONE UCIMU



SOLUZIONI INNOVATIVE

IL CONTROLLO NON DISTRUTTIVO, PERSONALIZZATO



RAGGI-X

Cabine radioscopiche
Digitali - Tomografiche - Personalizzate
Impianti raggi-X portatili

ULTRASUONI

Spessorimetri, flaw detectors,
phased array, sonde speciali,
impianti automatici personalizzati

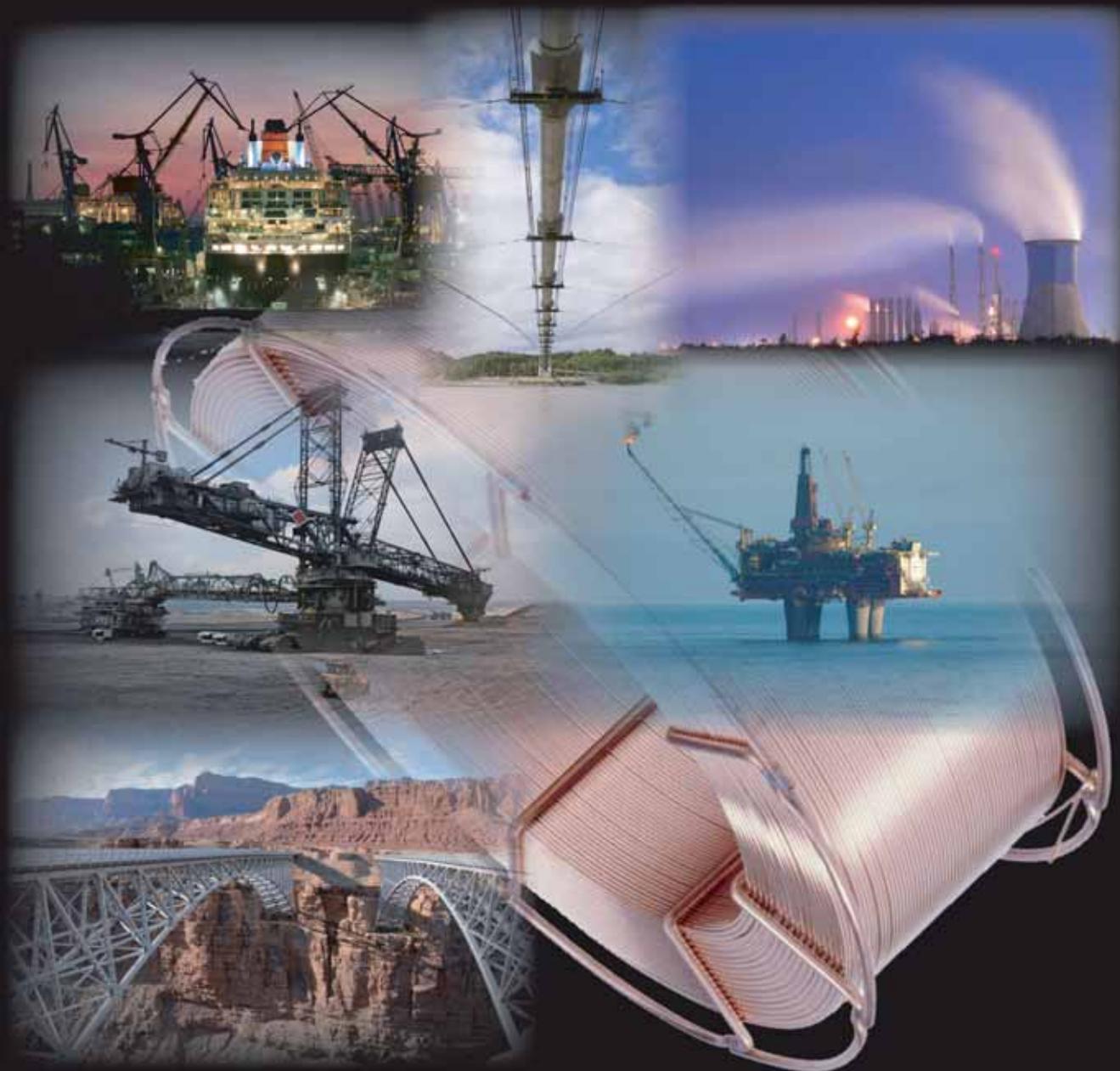
Direzione e stabilimenti: Via Arturo Gilardoni, 1 23826 Mandello del Lario (LC) Italy
Tel (+39) 0341-705.111 Fax (+39) 0341-735.046 gx@gilardoni.it www.gilardoni.it



SPECIALISTI NEL SETTORE CND



CUSTOMIZED WELDING WIRES TECHNOLOGIES
Fili animati tubolari: "FILEUR IL TUO PARTENER IDEALE"



TRAFILERIE DI CITADELLA S.P.A - FILEUR, azienda italiana leader nello sviluppo tecnologico del filo animato tubolare a livello mondiale, dispone di vasta gamma di prodotti specifici per la saldatura semiautomatica ed automatica con procedimento MIG/MAG a filo continuo.

Tutti i fili animati tubolari della linea FILEUR sono sinonimo di elevati standard qualitativi in termini di efficienza, performance applicative, caratteristiche meccaniche e bassissimo contenuto di idrogeno diffusibile.

Questo garantisce ai nostri fili la massima resa in tutti i settori applicativi quali: off-shore, pipeline, creep-resistant, elevata resistenza, cantieristica navale e riporti antiusura.

Fili pieni per acciai al carbonio e per acciai legati ad elevato limite di snervamento completano la nostra gamma garantendovi la più ampia scelta.

Chi taglia con Cebora, risparmia gas ogni ora

Cebora, da sempre, pone al centro di ogni progetto le esigenze del suo cliente. Per questo ogni singolo generatore nasce per risolvere un problema di taglio o saldatura. Con la stessa attenzione che ci contraddistingue, anche il nuovissimo **PLASMA PROF 254 HQC** (High Quality Cut), è stato progettato per ottenere un ottimale taglio dei metalli, utilizzando la miscela di gas più indicata per ogni specifica esigenza e riducendone il consumo.

È possibile eseguire la marcatura del pezzo in lavorazione, usando gli stessi consumabili utilizzati per il taglio.

Costo contenuto, grandi prestazioni!

TAGLI
50 mm di FERRO
GAS



● Plasma Prof 254 HQC

ESSEN GERMANIA 2008
14-19 SETTEMBRE

SCHWEISSEN
& SCHNEIDEN



PAD. 2.0 - STAND 332

●●● leader nella saldatura e nel taglio dei metalli

CEBORA spa ● bologna (Italy) ● t. +39 051765000 ● f. +39 051765222

CEBORA

www.cebora.it

50
1954 - 2004
50 Anni di Qualità

We are the World of Welding Solutions.

Il segreto del nostro successo è la profonda conoscenza dei materiali.

Abbiamo svolto un ruolo essenziale nel costruire “il mondo della saldatura” con nuovi prodotti, processi e materiali.

Fidatevi di un partner che non è solo produttore ma anche consulente serio e affidabile al servizio delle vostre necessità.

Per noi essere vicini ai clienti significa accompagnarli con le nostre competenze, in ogni parte del mondo.



Gestione e commercializzazione per l'Italia

Böhler Welding Group Italia S.p.A.

via Palizzi, 90 - 20157 Milano

tel. 02 390171 - fax 02 39017246

www.btw.it

Un'idea in più



Impianti di filtrazione per (quasi) tutti i lavori di saldatura. In parte ammessi per la classe filtrante W3.

**Venga a trovarci
Essen Welding Show**
14-19 Sett. 2009, Germania,
Pad. 6, stand 416

Tecnologia innovativa per aspirazione e filtrazione

Sviluppiamo, progettiamo e realizziamo sistemi d'aspirazione e filtrazione di alta qualità, con tecnologia creativa e qualità certificata.

Per lavorare meglio in un ambiente salubre.

Per saperne di più su TEKA e sui nostri prodotti:
www.tekanet.de

I nostri partner per l'Italia



COFILI S.r.l.
Rappresentanze Industriali
Via Friuli 5, 20046 Biassono (Mi)
Tel. + 39 039 23 24 396 · info.cofili@cofili.com
www.cofili.com



SO.TEC s.r.l.
Via Castel Gandosso, 15
24030 Almenno San Bartolomeo (BG)
Tel. + 39 035 55 31 96 · info@sotec.it
www.sotec.it

TEKA

Absaug- und Entsorgungstechnologie GmbH

Industriestraße 13
46342 Velen
Germania

Tel. +49 (0) 28 63 92 82-0
Fax +49 (0) 28 63 92 82-72

sales@tekanet.de
www.tekanet.de

We set air in motion

TEKA

L'ACCIAIO PER UN FUTURO SOSTENIBILE

PADOVA - Sheraton Padova Hotel - 28-29-30 settembre 2009

Il 2009 ci porta, con l'abituale cadenza biennale, il XXII Congresso del C.T.A.. Quest'anno sarà particolarmente impegnativo per tutti dall'economia all'industria, dalla scuola all'università, dalla normativa tecnica alla realizzazione.

Ognuno di noi, nel proprio ambito, si troverà davanti a situazioni non consuete che imporranno la messa in atto di soluzioni innovative tali da poter con maggior sicurezza affrontare il futuro.

L'occasione che ci viene offerta dal nostro Congresso, deve essere uno stimolo per proporre tematiche nuove che sappiano mettere in evidenza le positività dell'utilizzo dell'acciaio nell'ambito delle costruzioni.

Un invito quindi a voler presentare memorie, frutto di studi, ricerche, esperienze realizzative, tali da supportare le tesi sulle positive garanzie che le costruzioni in acciaio offrono in termini di sicurezza, di ecocompatibilità e anche di convenienza economica se correttamente valutate.

Arrivederci a settembre a Padova con l'augurio, non solo di essere numerosi, ma anche di saper ritrovare quello spirito di cordiale e sincera amicizia che ha sempre caratterizzato gli incontri del C.T.A.

> Temi di particolare interesse

- Ricerca teorica
- Ricerca sperimentale
- Normative
- Progettazione architettonica e strutturale
- Sostenibilità
- Recupero e restauro
- Nuovi materiali
- Tecniche di lavorazione e montaggio
- Resistenza al fuoco
- Qualità e durabilità

Giancarlo Coracina

LUNEDÌ 28 SETTEMBRE 2009

- ore 08.00 Registrazione partecipanti
- ore 09.00 Apertura lavori congressuali, saluti di benvenuto
- ore 09.30 Relazione ad invito: **Ricerca**
Prof.ssa Elena Mele
- ore 10.15 Coffee break
- ore 10.45 Sessioni parallele
- ore 13.00 Colazione di lavoro
- ore 14.30 Sessioni parallele
- ore 16.30 Coffee break
- ore 17.00 Sessioni parallele
- ore 18.00 Relazioni dei Presidenti di Sessione
- ore 18.45 Fine lavori

- ore 10.30 Coffee break
- ore 11.00 Sessioni parallele
- ore 13.00 Colazione di lavoro
- ore 14.30 Sessioni parallele
- ore 16.30 Coffee break
- ore 17.00 Assemblea C.T.A.
- ore 18.00 Relazioni dei Presidenti di Sessione
- ore 18.45 Fine lavori
- ore 20.30 Cena sociale e consegna premi ACAI

- ore 10.15 Coffee break
- ore 10.45 **Progettare con le nuove norme**,
Prof. Raffaele Landolfo
- ore 11.45 **Esempio applicativo**,
Prof. Claudio Bernuzzi
- ore 12.30 Colazione di lavoro
- ore 14.00 **Esempio applicativo**,
Prof. Claudio Bernuzzi
- ore 14.45 Relazione dei partner
- ore 15.15 **L'acciaio negli impianti sportivi: gli stadi di Bari, Accra, Siena, Ing. Maurizio Milan**
- ore 15.45 **Costruire con l'acciaio: EN 1090**,
Ing. Alberto Mazzon
- ore 16.30 **Realizzazioni in acciaio a Doha: dalla Torre più alta del Qatar all'Hangar più grande del mondo**
Ing. Gianluca Vallerini
- ore 17.00 Tavola rotonda, dibattito e conclusioni
- ore 18.00 Fine lavori

MARTEDÌ 29 SETTEMBRE 2009

- ore 09.00 Relazione ad invito: **Acciaio e sostenibilità**
Prof. Andrea Campioli
- ore 09.45 Relazioni dei promotori

MERCOLEDÌ 30 SETTEMBRE 2009

Giornata seminariale: **Progettare e costruire con l'acciaio**

- ore 08.00 Registrazione partecipanti
- ore 09.00 Apertura dei lavori, saluti di benvenuto
- ore 09.15 **Il quadro normativo per la progettazione strutturale**
Prof. Attilio De Martino
- ore 09.45 Relazione dei partner

Quote di partecipazione alle tre giornate congressuali

Socio C.T.A.	- in regola con quota 2009	€ 500,00
	- con quota 2010	€ 600,00
	- con quota 2009 e 2010	€ 700,00
Altri partecipanti	- non socio C.T.A.	€ 650,00
	- con quota C.T.A. 2010	€ 700,00
Dottorandi *	- non socio C.T.A.	€ 350,00
	- con quota C.T.A. 2010	€ 400,00
Accompagnatori **		€ 150,00

Le quote comprendono: atti congressuali, coffee break e colazioni di lavoro delle tre giornate, cena sociale.

* Le quote non comprendono la cena sociale.

** La quota comprende una visita guidata, le colazioni e la cena sociale.

Sito ufficiale: Tutte le informazioni riguardanti il programma del XXII Congresso C.T.A. e la partecipazione al Congresso sono disponibili sul sito web all'indirizzo: <http://cta.ing.unibs.it> • **Per iscrizioni e informazioni:** Gianna Borla, tel./fax 02.784711, e-mail cta@ctanet.it - Marco Perazzi, tel. 02.29513413, fax 02.29529824, e-mail marco.perazzi@acaiaics.it
Per motivi organizzativi le iscrizioni dovranno pervenire non oltre il **18 settembre 2009**

Quote

per la sola giornata seminariale del 30 settembre 2009

Socio C.T.A. e Collegio Ingegneri PD	- in regola con quota 2009	€ 150,00
Non Socio		€ 200,00
Non Socio	- con quota C.T.A. 2010	€ 250,00

- Le quote comprendono il coffee break, la colazione di lavoro ed il materiale didattico.

- La quota C.T.A. comprende l'abbonamento alla rivista "Costruzioni Metalliche" ad un costo di primo ingresso per i non soci.

Le quote di partecipazione al XXII Congresso C.T.A. potranno essere corrisposte alla Segreteria Amministrativa del C.T.A. tramite:

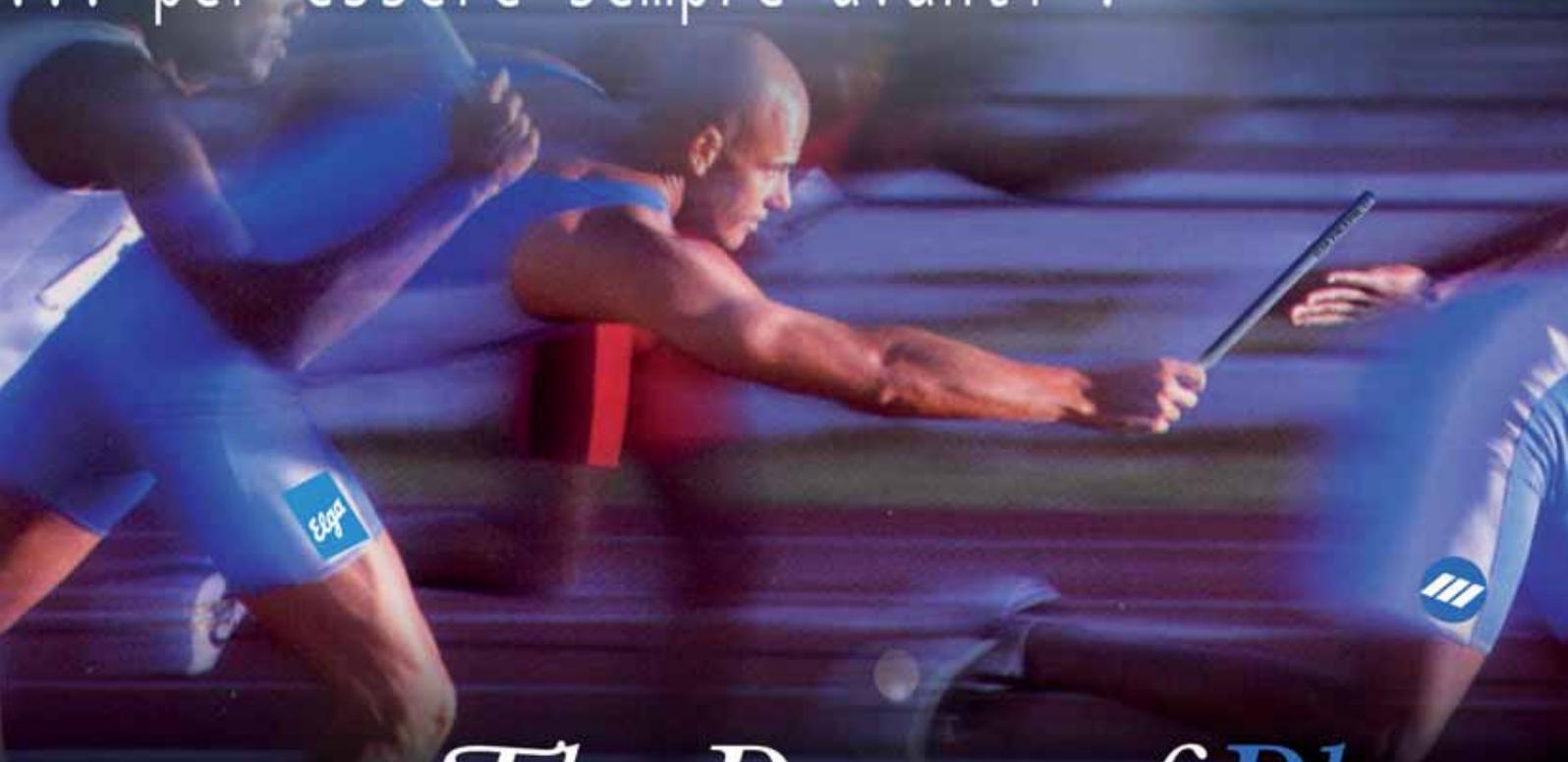
- contanti all'atto della registrazione al Congresso
- versamento su c/c postale n. 44198208 intestato a: C.T.A. Collegio dei Tecnici dell'Acciaio, Ple R. Morandi, 2 - 20121 Milano
- bonifico presso UniCredit Banca, Agenzia Milano Manzoni A, via Manzoni 9 - 20121 Milano cod. IBAN: IT 28 A 02008 01670 000005507926; causale: quota di partecipazione al XXII Congresso C.T.A. (precisare nome e cognome dell'iscritto).
- assegno bancario e/o circolare non trasferibile intestato a C.T.A. Collegio dei Tecnici dell'Acciaio.

Partner

Sponsor



... per essere sempre avanti !



The Power of Blue.™



WELDING PRODUCTS ITALY S.r.l.

Privata Iseo 6/E • 20098 San Giuliano M.se • phone +39.02.98.29.01
fax +39.02.98.28.15.52 • e-mail: miller@itw-welding.it



LA NUOVA DIMENSIONE
DELLA SALDATURA



SALDATURA PIÙ VELOCE DEL 30%

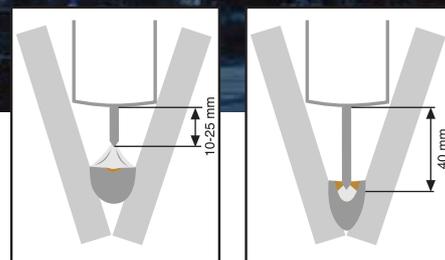
La nuova tecnologia per migliorare redditività e qualità della saldatura MIG/MAG

L'arco concentrato ad alta pressione garantisce elevate velocità di saldatura, riduzione delle passate, consentendo una notevole riduzione dei costi.

L'elevata stabilità e direzionalità dell'arco di saldatura permette ottime caratteristiche di penetrazione specialmente in presenza di giunti stretti e sottili.

Minor apporto di calore e conseguente riduzione della zona termicamente alterata, migliora la qualità del cordone di saldatura.

Disponibile sui modelli PHOENIX® Standard e PHOENIX® Pulse.



Saldatura MIG STD EWM-forceArc®





MECSPE 2010

LA NUOVA CITTA DELLA MECCANICA SPECIALIZZATA.



MECSPE



EUROSTAMPI



PLASTIXPO



SUBFORNITURA



MOTEK ITALY



CONTROL ITALY

FIERE DI PARMA
25 - 27 MARZO 2010



Richiedi la modulistica di iscrizione inviando al numero di fax 02 39005289 il seguente coupon. Mq richiesti _____
Salone di interesse:

MECSPE EUROSTAMPI PLASTIXPO SUBFORNITURA MOTEK ITALY CONTROL ITALY

AZIENDA _____

ATTIVITA' _____

INDIRIZZO _____

CAP _____ CITTA' _____ PROV _____

TEL _____ FAX _____

NOME E COGNOME REFERENTE _____

CELL _____ EMAIL _____

Nota informativa art.13 D.Lgs.196/03: SENAF, titolare del trattamento, via Eritrea 21/A 20157 Milano, garantisce che i dati, da Voi forniti attraverso la compilazione dei campi sopra riportati, verranno comunicati a società da noi incaricate e serviranno esclusivamente per fini statistici e promozionali per le manifestazioni organizzate da Senaf srl. Siete stati contattati perché i Vostrì dati sono presenti su banche dati pubbliche e del Gruppo Tecniche Nuove in cui vi è anche SENAF srl. L'elenco aggiornato dei responsabili è disponibile presso SENAF srl. I dati saranno trattati manualmente ed elettronicamente. L'interessato con la compilazione e l'invio del coupon esprime il consenso al trattamento indicato. Inoltre i riferimenti anagrafici personali, intesi come riferimenti anagrafici, e dati personali sensibili intesi come foto o immagini riprese durante lo svolgimento dell'evento da voi forniti potranno essere pubblicati e/o inseriti all'interno del nostro sito internet. Il conferimento dei dati è obbligatorio per quanto richiesto dagli obblighi legali e contrattuali e l'eventuale rifiuto a fornirli o al successivo trattamento potrà determinare l'impossibilità della scrivente a dar corso ai rapporti contrattuali medesimi. Inoltre, l'interessato, si impegna a comunicare le eventuali variazioni di tali dati. Vi ricordiamo che potrete opporvi in ogni momento al trattamento in oggetto, nonché esercitare tutti i diritti di cui all'art.7 del D.Lgs 196/03 di accesso, rettifica, aggiornamento e cancellazione, comunicandolo a SENAF srl FAX 0239005289

Motor Sport EXPOTECH

2nd
edition

*Mostra Convegno Internazionale di materiali
innovativi, tecnologie, prodotti e servizi
per il motorismo da competizione*

ModenaFiere
14 - 15 Ottobre 2009

www.motorsportexpotech.it



- *solo professionalità*
- *alta specializzazione*
- *ingresso riservato agli operatori*
- *niente spettacolo*

promosso da:



organizzato da:



 BolognaFiereGROUP

ModenaFiere S.r.l.
viale Virgilio, 58/B - 41100 Modena
tel. 059 848380 - fax 059 848790
www.modenafiere.it
segreteria@motorsportexpotech.it

evento collaterale:



media partner:

nuvolari

GUARDA OLTRE



MATRIX AC/DC

Serie di impianti inverter in corrente continua DC e corrente alternata AC per la saldatura TIG di alta qualità di tutti i metalli.

- Controllo digitale di tutti i parametri di saldatura
- Memorizzazione di programmi personalizzati di saldatura
- Possibilità di utilizzare diverse forme d'onda in TIG AC (onda quadra – onda mista – onda sinusoidale)
- Innescò dell'arco con energia regolabile
- Regolazione dei parametri di saldatura direttamente dalla torcia
- Pulsazione integrata
- Spegnimento automatico della ventilazione e del raffreddamento della torcia
- Compensazione automatica della tensione di rete +15%-20%
- Consumo di energia ridotto

GUARDA OLTRE...

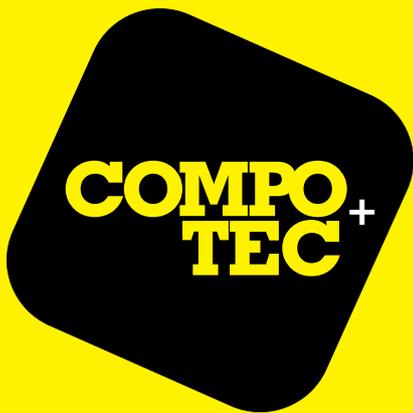
Tecnologicamente innovative
Curate nel design
Saldano perfettamente
Semplici da usare



MATRIX 200 AC/DC 230V • MATRIX 250 AC/DC 400V • MATRIX 400 AC/DC 400V



WELDING TOGETHER



2009

21/22/23 OTTOBRE

**2° RASSEGNA INTERNAZIONALE
DELLA PRODUZIONE IN MATERIALE
COMPOSITO E TECNOLOGIE CORRELATE
Carrara - Complesso Fieristico**

*Building the Future
with Composites*



www.compotec.it Aeronautic - Aerospace - Automotive - Consumer goods
Construction - Civil engineering - Design - Defence - Security - Electronics - Wind energy
Railway - Mass transit - Office Equipment - Medical Appliances - Marine - Boatbuilding
Swimming pools - Sanitary ware - Corrosion resistant products - Sports - Leisure

In partnership con:

In collaborazione con:

Web Media Partner:

Sponsor unico bancario:

ORGANIZZATA DA:



Uniti nella fiducia

- Saldatura a resistenza
- Sistemi di saldatura
- Saldatura a frizione
- Garanzia di qualità

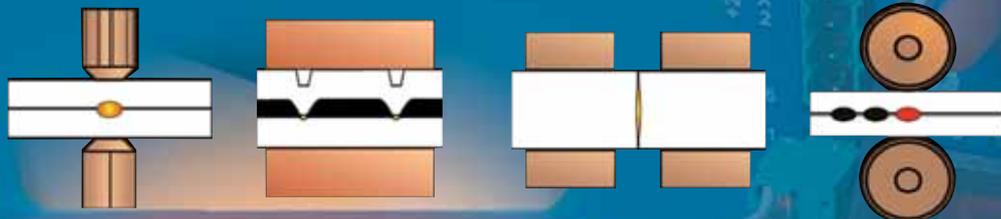
Controlli professionali
Per macchine industriali

Harms & Wende

Controlli per saldatura

Unità di potenza

Inverter e sistemi di monitoraggio per tutte
le applicazioni della saldatura a resistenza



your partner in Italy Saldotecnica FB s. r. l.

Via Agazzano, 60
29010 Gragnano Trebbiense
Fon: +39 (0523) 788 660
Fax: +39 (0523) 788 670
E-mail:
saldotecnicafb@25fb.191.it

HARMS+WENDE

Grossmoorkehre 9
21079 Hamburg / Germany
Telefon: +49(40) 76 69 04 - 0
Telefax: +49(40) 76 69 04 - 88
E-mail: info@harms-wende.de
Internet: www.harms-wende.de

Editoriale



L'elogio dell'ignoranza

Essendo già stata elogiata la follia, ovviamente con ben altra imparagonabile autorevolezza, non appare del tutto inopportuno, in questo momento di grande riassetto socio-economico, fare qui una modesta menzione ad un'altra condizione, sempre svilta eppure foriera di inequivocabili possibilità: quella dell'ignoranza.

Il termine "ignoranza" è comunemente recepito con due diverse accezioni: la prima indica semplicemente lo stato dell'ignorare, senza alcuna significanza particolare (se non, talvolta, quella positiva della coscienza di sé); la seconda sovrappone al significato primario una valenza negativa di disinteresse o, peggio, di spregio verso la conoscenza. L'elogio rivolto all'ignoranza, nel presente contesto, afferisce ovviamente alla prima accezione.

L'ignoranza, infatti, quando esente dalle valenze negative suddette, può essere propositiva e coraggiosa, non corrotta dai dubbi e dai timori di una conoscenza che (per difetto della natura umana) non è mai completa. Essa, pertanto, ci consente di intraprendere percorsi che, se più

informati circa le difficoltà ed i possibili risultati, forse non intraprenderemmo mai (un lavoro autonomo in un settore prestigioso e stimolante, l'acquisto di un monocale in multiproprietà, una giornata al mare nella settimana di ferragosto, ecc., ecc.). Tutto ciò determina movimento economico, combatte la stagnazione e crea le condizioni per lo sviluppo. L'ignoranza, essendo potenzialmente curiosa ed aperta, costituisce il necessario punto di partenza per iniziare, volendo, la conquista della conoscenza, anche se altre condizioni sono richieste (la volontà, l'impegno, ecc., ecc.; l'interesse, quello economico intendo, non guasta). E qui l'adagio popolare "non si nasce imparati" ci soccorre pienamente. Anche la possibilità di accedere alle fonti della conoscenza sono determinanti. E la distanza da queste fonti non è soltanto logistica, ma anche, talvolta, economica. In altri termini la conoscenza, quella vera, ha un costo e, pertanto, un prezzo.

Quindi, per chi la persegue, è un investimento. A cui deve seguire un guadagno. Se attinente la sfera privata il guadagno può essere solo personale e/o sociale, se attinente al contesto professionale non può che essere anche economico. Pertanto una conoscenza di tipo professionale che non produca un guadagno non è di alcuna utilità (almeno nell'ambito del lavoro).

Il problema di fondo di molta "Scuola", italiana ma non solo, sta essenzialmente qui.

L'ignoranza cosciente è quindi un solido terreno su cui costruire, ad esempio ma

non solo, una profittevole carriera, sulla base di una competenza acquisita, magari faticosamente, grazie all'inesperta baldanza dell'ignoranza medesima.

Una spirale virtuosa, insomma!

Non esistono (almeno su questa terra) stati di conoscenza perfetta, ma soltanto livelli intermedi di conoscenza, che lasciano spazi complementari di persistenza dell'ignoranza. Questa situazione, se confrontata con il sapere universale, ha fatto dire al grande Maestro Chiu (Kung Fu Chiu in cinese, Confucio in italiano) di essere, nella sostanza, perfettamente ignorante.

L'ignoranza è dunque un bene molto diffuso, a costo zero. Un patrimonio dell'umanità.

Partendo da qui, si può fare veramente molto. Per il bene di tutti.

In termini commerciali, il mercato della conoscenza, che si rivolge all'ignoranza consapevole, non corre il rischio di saturarsi. Alcuni lo hanno capito e stanno agendo di conseguenza. Portando a casa il loro guadagno.

Che è onesto, a patto che altrettanto onesta sia stata l'offerta di conoscenza utile.

Dott. Ing. Mauro Scasso
Segretario Generale IIS

DIRETTORE RESPONSABILE: Ing. Mauro Scasso
REDATTORE CAPO: Geom. Sergio Giorgi
REDAZIONE: Sig.ra Deborah Testoni, P.I. Maura Rodella
PUBBLICITÀ: Sig. Franco Ricciardi



Organo Ufficiale
dell'Istituto Italiano della Saldatura

Abbonamento annuale 2009:

Italia: € 90,00
 Estero: € 155,00
 Un numero separato: € 20,00

La Rivista viene inviata gratuitamente ai Soci
dell'Istituto Italiano della Saldatura.

Direzione - Redazione - Pubblicità:
Lungobisagno Istria, 15 - 16141 Genova
Telefono: 010 8341333
Telefax: 010 8367780
e-mail: deborah.testoni@iis.it
web: www.iis.it

Rivista associata



Registrazione al ROC n° 5042 – Tariffa regime libero:
“Poste Italiane SpA – Spedizione in Abbonamento
Postale 70%, DCB Genova” – Fine Stampa Agosto 2009
Aut. Trib. Genova 341 – 20.4.1955

Progetto grafico: COMEX sas - Milano

Fotocomposizione e stampa: ALGRAPHY S.n.c. - Genova
Tel 010 8366272, Fax 010 8358069 - www.algraphy.it

L'istituto non assume responsabilità per le opinioni espresse dagli Autori. La riproduzione degli articoli pubblicati è permessa purché ne sia citata la fonte, ne sia stata concessa l'autorizzazione da parte della Direzione della Rivista, e sia trascorso un periodo non inferiore a tre mesi dalla data della pubblicazione. La collaborazione è aperta a tutti, Soci e non Soci, in Italia e all'Estero. La Direzione si riserva l'accettazione dei messaggi pubblicitari. Ai sensi del D.Lgs. 196/2003, i dati personali dei destinatari della Rivista saranno oggetto di trattamento nel rispetto della riservatezza, dei diritti della persona e per finalità strettamente connesse e strumentali all'invio della pubblicazione e ad eventuali comunicazioni ad esse correlate.

Sommario

Articoli

- 419 La Rivista Italiana della Saldatura ha compiuto sessant'anni – G. COSTA
 427 Applicazione, in fase di progettazione, delle metodologie di valutazione di idoneità all'esercizio (Fitness For Service) – G.L. COSSO, S. PAGANO, C. SERVETTO
 435 Saldatura EBW di cold plates in lega di alluminio AA 6061 T651 per il sistema di raffreddamento dell'unità abitativa per cavie spaziali – G. BARBIERI, M. MONCADA, A. SGAMBATI
 447 Effetto delle dimensioni del cordone di saldatura sulla resistenza a fatica dei giunti a croce - B. ATZORI, G. DEMELIO, B. ROSSI

EUROJOIN 7 - GNS5 Invited papers

- 457 Value added and jobs resulting from joining technology in Germany and in Europe – K. MIDDELDORF
 463 Research trends in welding technology – L. QUINTINO
 469 Computer science in welding fabrication – R. MOLFINO

IIS Didattica

- 483 Esposizione radiografica – Diagramma di esposizione

Rubriche

- 491 **Scienza e Tecnica**
Le prove di compatibilità elettromagnetica per la marcatura CE delle attrezzature per saldatura – M. GIORGI
- 495 **IHW-EWF Notizie**
Estratto dal Rapporto annuale 2008 EWF/IAB
- 499 **Leggi e Decreti**
Benefica ricaduta dei “modelli di organizzazione e gestione aziendale” nel contesto del D.Lgs. 81/2008 – T. LIMARDO
- 501 **Dalle Associazioni**
Rilevazioni ANASTA del mercato Saldatura e Taglio nel 1° semestre 2009 – G. MACCARINI
- 507 **Dalle Aziende**
- 515 **Notiziario**
Letteratura tecnica
Codici e norme
Corsi
Mostre e convegni
- 527 **Ricerche bibliografiche da IIS-Data**
Comportamento sismico delle strutture saldate
- 534 **Elenco degli Inserzionisti**

In copertina

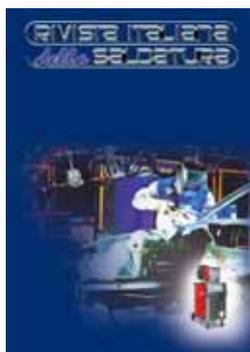
Andit Automazione presenta EWM-Gold Arc[®], un processo di saldatura MIG/MAG innovativo e brevettato a basso apporto termico per giunzioni di lamiere sottili nel settore automobilistico

Caratteristiche di saldatura ottenute grazie ad un inverter con velocissima risposta dinamica.

Soluzione ideale per giunzioni di lamiere a piccolo spessore, a partire da 0.3 mm in automatico e 0.7 mm in manuale. Ideale per:

- Brasatura e saldatura di lamiere zincate
- Saldature eterogenee, come acciaio-alluminio, acciaio-magnesio
- Saldatura di leghe di magnesio

utilizzando torce, gas e materiale di apporto assolutamente di serie.



Corso di qualificazione ad International Welding Specialist ed International Welding Practitioner

Legnano (MI) 2009 - 2010



L'ISTITUTO ITALIANO DELLA SALDATURA terrà presso la propria sede di Legnano, nel periodo Dicembre 2009 ÷ Aprile 2010, un corso di qualificazione per **International Welding Specialist / Practitioner**, con struttura modulare, condensando le lezioni nell'arco di una settimana al mese. La formula ha riscosso nel tempo il gradimento del pubblico, poiché consente di limitare l'impegno mensile garantendo, al tempo stesso, condizioni ideali all'apprendimento.

A partire da questa edizione sarà fornito ad ogni partecipante anche un CD-ROM edito in collaborazione con l'UNI contenente una raccolta di oltre 300 norme europee relative alla saldatura (ed alle materie ad essa correlate).

Requisiti di ingresso

A partire da quest'anno i regolamenti internazionali per le condizioni di accesso per le figure professionali sono stati rivisti, in considerazione delle mutate esigenze dell'industria e delle riforme dei sistemi scolastici nazionali. Per chi desidera accedere alla qualificazione ad:

- **International / European Welding Specialist**, è previsto il possesso di un attestato di scuola professionale ad indirizzo tecnico, conseguito a seguito di un corso della durata minima di due anni, con un'età minima di 20 anni o, in alternativa, un attestato di qualificazione nel settore metalmeccanico rilasciato da Istituti professionali pubblici o privati, con un'età minima di 22 anni (di cui 5 di esperienza industriale) ed a seguito di un esame di ammissione;
- **International / European Welding Practitioner**, è prevista un'età minima di 20 anni (con un'esperienza minima di due come saldatore) e: un certificato di saldatore in corso di validità secondo ISO 9606 H-L045 ss nb (in alternativa, EN 287 H-L045 ss nb oppure ASME Code BPV Sezione IX 6G) oppure un certificato per saldatura di lamiere secondo ISO 9606 PE ss nb o PC e PF ss nb.

Calendario delle lezioni

Il Corso prevede una parte comune ai due percorsi formativi (la **parte I**, di carattere teorico, e la **parte II** dedicata all'addestramento pratico); la parte teorica finale (**parte III**) sarà invece svolta in modo separato per i due percorsi.

Le lezioni saranno svolte a tempo pieno secondo il seguente calendario:

- | | |
|-------------------------------------|-----------------|
| - Parte I (per IWS ed IWP): | 14 ÷ 18/12/2009 |
| - Parte II (per IWS ed IWP): | 11 ÷ 15/01/2010 |
| - Parte III (per IWS): | 08 ÷ 12/02/2010 |
| | 08 ÷ 12/03/2010 |
| | 05 ÷ 09/04/2010 |
| - Parte III (per IWP): | 22 ÷ 26/02/2010 |
| | 22 ÷ 26/03/2010 |

Orario delle lezioni

Il Corso sarà svolto con orario 9:00 ÷ 18:00, ad eccezione delle giornate di Lunedì (orario 14:00 ÷ 18:00) e di Venerdì (orario 9:00 ÷ 13:00), per consentire agli allievi di raggiungere la sede del Corso senza spostamenti festivi.

Informazioni

Per ulteriori informazioni è possibile rivolgersi all'**Istituto Italiano della Saldatura** (Lungobisagno Istria 15, 16141 Genova, www.formazionealdatura.it), Divisione Formazione, al numero 010 8341371 (fax 010 8367780), oppure all'indirizzo di posta elettronica mariapia.ramazina@iis.it.

Iscrizioni

Le iscrizioni dovranno pervenire entro **Lunedì 29 Novembre 2009**. Dato il limitato numero di posti, costituirà criterio preferenziale la data di iscrizione. Allo scopo, è possibile procedere all'iscrizione stessa anche on-line, attraverso il sito www.formazionealdatura.it, ricercando il corso dall'apposito motore di ricerca sulla home page.

Quote di iscrizione

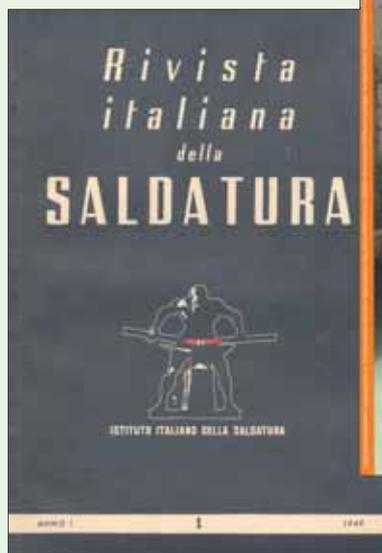
La quota di partecipazione al Corso, comprensiva della collana completa delle pubblicazioni e del CD-ROM relativo alle norme, è pari a:

- 4.250,00 € (+ IVA), per i Welding Specialist
- 2.950,00 € (+ IVA), per i Welding Practitioner

da corrispondersi mediante Bonifico bancario sul conto corrente 4500 Banca Popolare di Milano (ABI 05584 CAB 01400 CIN I IBAN IT 31 I 055840140000000004500), intestato all'Istituto Italiano della Saldatura.

La Rivista Italiana della Saldatura ha compiuto sessant'anni

G. Costa *



Sommario / Summary

Nel mese di Ottobre 1949 ha visto la luce il primo numero della Rivista Italiana della Saldatura, composto da trentotto pagine di testo e tredici di pubblicità, tre delle quali nelle ulteriori quattro pagine di copertina.

La prima pagina di copertina era nera, quindi assai austera, e si ispirava al classico logo artistico dell'IIS - costituito dall'antico dio romano Vulcano, padrone degli inferi e protettore della metallurgia, con il suo fuoco ed il suo fumo - ideato da uno studio di architettura fiorentino.

Negli anni il numero di articoli e di rubriche è cresciuto sensibilmente, dai due o tre articoli per numero dei primi numeri, ai sette o otto attuali (tra i quali negli ultimi due decenni uno in inglese o, più raramente, in francese) e, per le rubriche, da una o due, alla decina attuale; le pagine, il relativo contenitore, erano nel primo numero del 2009 ben 124, quindi oltre il triplo rispetto al numero 1/1949; esse saranno alla fine dell'anno intorno alle 900.

Anche il supporto economico alla rivista, la pubblicità, è passato in sessant'anni dalla ventina di inserzioni per numero alla cinquantina del N. 1/2009.

.....
In the month of October 1949 the first issue of the "Italian Welding Journal" was published; it included thirty eight pages of text and thirteen pages of advertisement, three of them in the four cover pages.

The first cover page was black, therefore very serious, and was inspired to the classical artistical logo of "Italian Institute of Welding" - representing the ancient roman god Vulcan, owner of the hell and protector of metallurgy, with its fire and its smoke - which was created by an architect of Florence.

In the following years the number of published papers and surveys growth a lot, from two or three of them in the first issues to seven or eight in 2008 (among them in the last two decades at least one paper in English language or, more rarely, in French language), while as regards the surveys they were one or two at the real beginning and are now some ten. The pages, the container of all of them, were 124 in the first issue of 2009, therefore more then three times the ones of the issue 1/1949; globally they will be some 900 by the end of 2009.

Also the advertising, which is a remarkable support to the journal, passed in sixty years from some twenty insertions for issue at the beginning to some fifty for the issue 1/2009.

Keywords:
Welding journal.

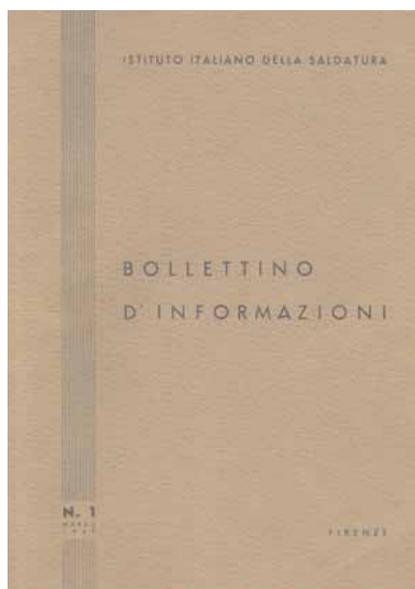
* Istituto Italiano della Saldatura - Genova.

Nascita

Dallo Statuto IIS:

“Art. 1

- a) È costituita con durata fino al 31 Dicembre 2100 e per gli scopi di cui



appresso una Associazione denominata “Istituto Italiano della Saldatura”.

- b) L'Istituto Italiano della Saldatura ha sede in Genova.
c) Gli atti dell'Istituto sono pubblicati sulla “Rivista Italiana della Saldatura” che è l'Organo Ufficiale dello stesso (Tab. I).”

“Art. 2

L'Istituto Italiano della Saldatura si propone di promuovere e favorire in Italia il progresso della saldatura in ogni suo campo, ivi comprese le tecniche affini e complementari e di contribuire alla sua conoscenza e diffusione.

Esso provvede al raggiungimento di questi scopi svolgendo nell'ambito predetto principalmente le seguenti attività:

- a)....curando la pubblicazione della

“Rivista Italiana della Saldatura” nella quale saranno riportati i risultati di studi e ricerche svolti dall'Istituto, memorie ed articoli, rendiconti di congressi, riunioni ed assemblee indetti dall'Istituto, notizie dall'estero, recensioni, bibliografia ed ogni altra notizia utile agli interessati nel campo della saldatura....”

...

“Art. 18

Il Segretario Generale (dell'Istituto Italiano della Saldatura) dirige e cura ... la pubblicazione della Rivista....di cui è gerente e responsabile (Tab. II).”

L'Istituto Italiano della Saldatura è stato legalmente costituito dal suo Comitato Promotore a Milano, il 22 Maggio 1948, con atto legale per rogito del notaio G. De Cesaris.

Nella Figura 1 sono riportati la copertina della sua prima pubblicazione periodica, il mensile “Bollettino d'informazioni dell'Istituto Italiano della Saldatura” (N. 1, Marzo 1949), e il primo editoriale del Vice-Presidente Ing. Rienzo Verzillo, intitolato “Saluto”; il Bollettino conteneva anche altre importanti informazioni istituzionali, tra cui lo Statuto e le Cariche Sociali ⁽¹⁾.

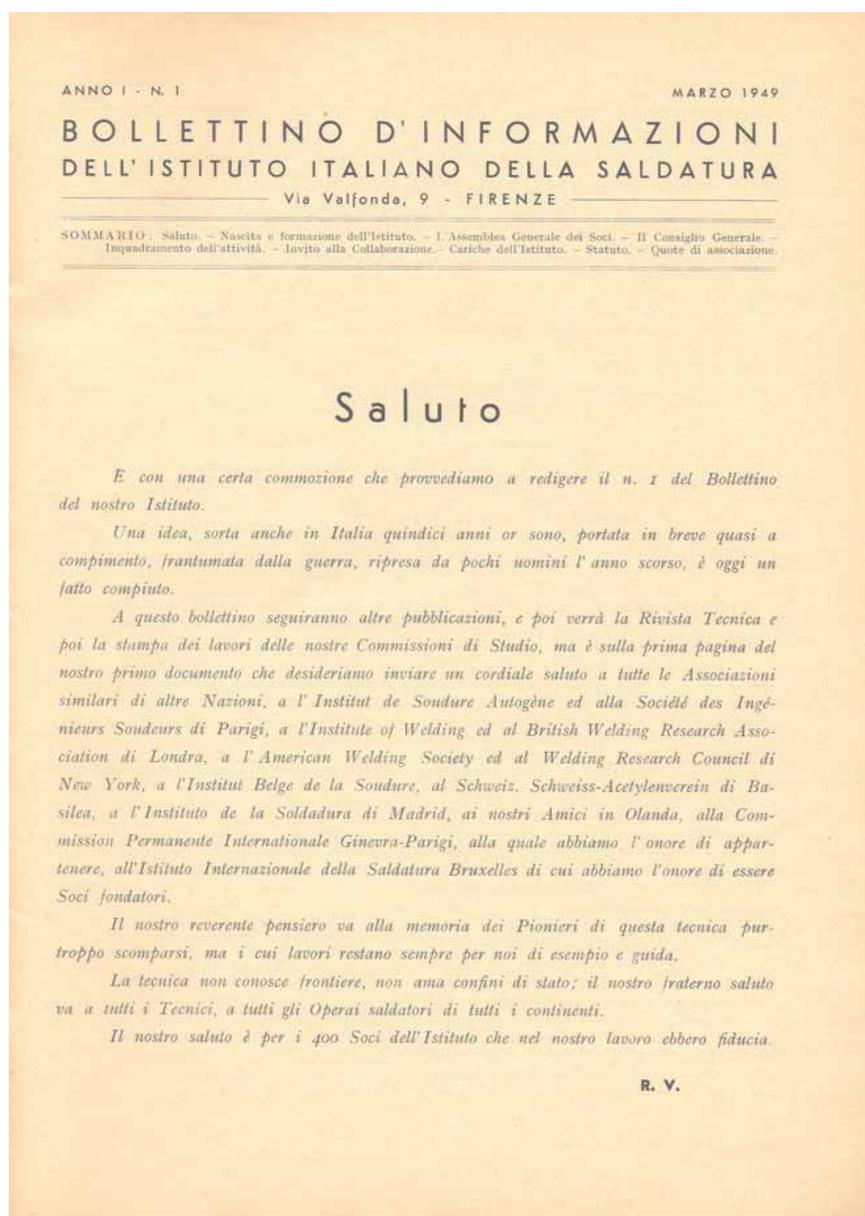


Figura 1 - Primo numero del Bollettino d'informazioni dell'Istituto Italiano della Saldatura (Marzo 1949).

TABELLA I - Presidenti e Vice-Presidenti (operativi) IIS dalla fondazione.

1948 - 1969	Sen. Prof. Ing. Guido Corbellini
(1964 - 1974, Vice-Presidente Delegato)	Dott. Ing. Ugo Guerrera
1969 - 1993	Sen. Avv. Francesco Cattanei
(1993 - 1994, Vice-Presidente Vicario)	Dott. Ing. Waldo Santini
1994 - 2006	On. Dott. Roberto Formigoni
(2000 - 2006, Vice-Presidente Vicario)	Dott. Ing. Ferruccio Bressani
Dal 2006	Dott. Ing. Ferruccio Bressani

TABELLA II - Segretari Generali IIS dalla fondazione.

1950 - 1951	Dott. Ing. Umberto Scoino (Dirigente FS)
1951 - 1955	Carica non attribuita
1955 - 1986	Dott. Ing. Ubaldo Girardi
1986 - 1990	Dott. Ing. Carlo Corsini
1990 - 1996	Dott. Ing. Giulio Costa
1997 - 2000	Dott. Ing. Francesco Masetti
Dal 2001	Dott. Ing. Mauro Scasso



Del Bollettino furono pubblicati solo pochi numeri, in quanto la successiva frequente pubblicazione della Rivista (nel 1951 vennero pubblicati quattro numeri ordinari ed uno speciale) ne rese superflua la preparazione.

Il primo numero della Rivista (Fig. 2) apparve nell' Ottobre 1949; comprendeva trentotto pagine di testo, più tredici di pubblicità, tre delle quali nelle ulte-

⁽¹⁾ Le Cariche Sociali comprendevano alla fondazione: il Presidente, Sen. Prof. Ing. Guido Corbellini, Ministro dei Trasporti, tre Vice Presidenti, Ing. Carlo Braghieri, Ing. Ugo Guerrera, promotore della nascita dell'IIS, Ing. Rienzo Verzillo, nonché un Consiglio Generale di cinquantadue membri ed un Comitato Direttivo, un Consiglio di Revisori dei Conti ed un Comitato di Finanza, rispettivamente di sei, tre e quattro membri. Attualmente le Cariche Sociali sono riportate sulla Rivista in genere sul numero 3 di ogni anno nella pagina retro sommario.

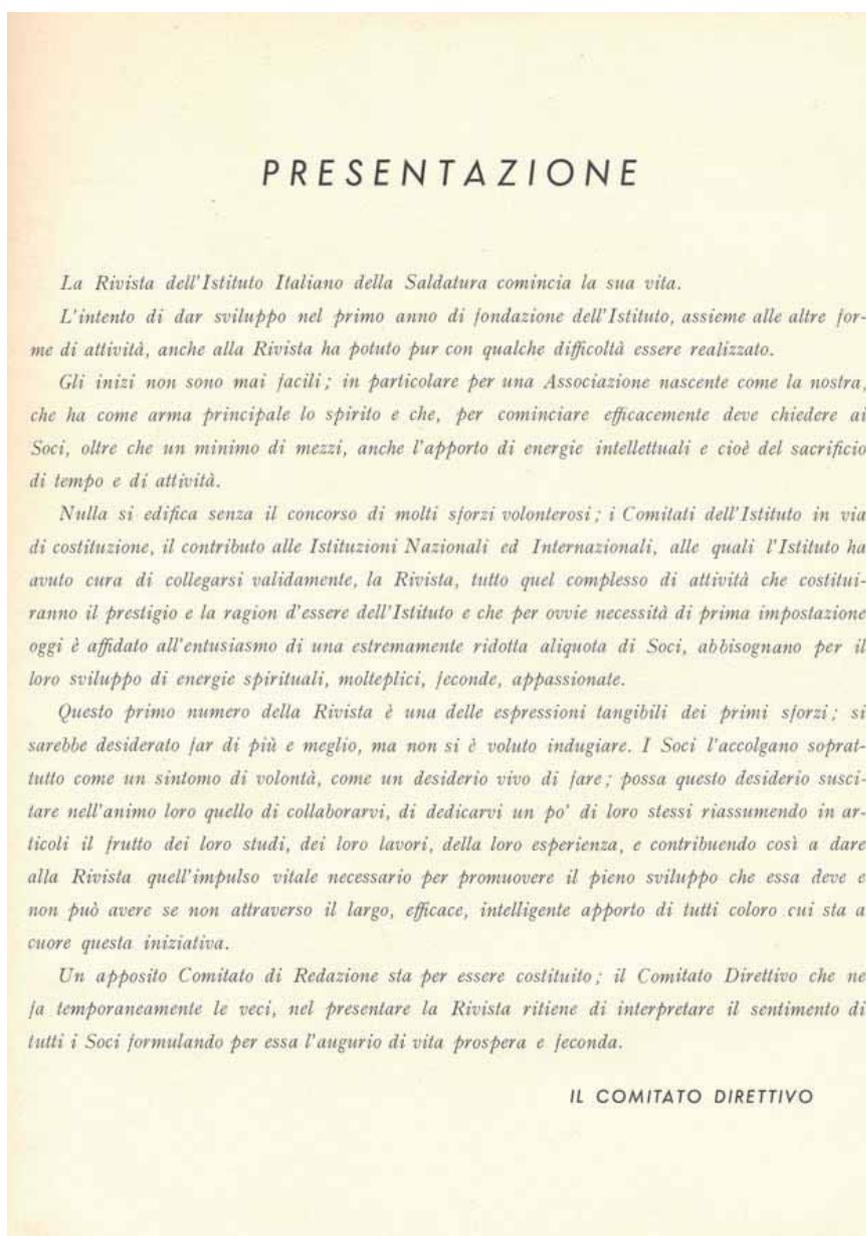


Figura 2 - Primo numero della Rivista Italiana della Saldatura (Ottobre 1949).

riori quattro pagine di copertina, che era nera e quindi assai austera, secondo le consuetudini delle pubblicazioni tecniche dell'epoca.

Sviluppo

Il primo Direttore Responsabile fu l'Ing. Umberto Scoino, la Redazione era in Via Valfonda, 9 a Firenze, mentre la raccolta pubblicitaria era affidata all' "Ufficio Nazionale Pubblicità", con sede a Milano in Corso Venezia, 8.

Un numero singolo costava 600 lire mentre non era previsto l'abbonamento annuale: la Rivista veniva spedita gratuitamente - come avviene peraltro ancor oggi - a tutti i Soci.

Nell'anno seguente (1950) la Redazione della Rivista fu portata a Genova, in Via XX Settembre, 8/18, e la Direzione fu affidata all'Ing. Massimo Scortecchi.

Nel 1952 la Direzione fu assunta dall'Ing. Ubaldo Girardi, affiancato nel 1953, quale Capo Redattore, dall'Ing. Mario Bortolini.

Sul finire degli anni '50 la Rivista venne trasferita definitivamente a Genova, nei locali di Viale Sauli, 39, dove ha avuto sede anche l'Istituto sino al 1988, mentre Capo Redattore venne nominato l'Ing. Adriano Puccini; la pubblicità era, ed è rimasta fino ad oggi, gestita in proprio.

La Direzione restò all'Ing. Girardi sino al Dicembre del 1985, quando per pensionamento venne sostituito dall'Ing. Carlo Corsini, che rimase in carica sino al 1990.

Dal 1990 nuovo cambio al vertice, con l'Ing. Giulio Costa Direttore Responsabile ed il Geom. Sergio Giorgi nuovo Capo Redattore.

Nel 1997 assunse la Direzione l'Ing. Francesco Masetti, che restò in carica sino a fine 2000.

Dal 2001, infine, è Direttore Responsabile, tutt'ora in carica, l'Ing. Mauro Scasso, sempre con il Geom. Sergio Giorgi Capo Redattore (Tab. III).

Per celebrare i sessanta anni di pubblicazione è stato ristampato fedelmente il primo numero della Rivista, datato 1949, che viene distribuito in allegato al presente numero 4/2009.

Tornando alla prima copertina, essa si ispirava al logo dell'IIS, nella sua prima classica versione, rimasta comunque sostanzialmente immutata nel tempo: è il caso qui di ricordare, scusandoci per un certo moto di orgoglio, che è uno dei pochissimi loghi figurativi - nel nostro caso costituito dal dio Vulcano, padrone degli inferi e protettore della metallurgia, con il suo calore ed il suo fumo - della cinquantina di istituti della saldatura esistenti nel mondo - quasi tutti costituiti da elaborazioni più o meno fantasiose delle rispettive sigle - e che fu ideato da uno studio di architettura fiorentino.

La copertina rimase immutata con il suo logo per una ventina d'anni, ingentendosi però nel colore, rimasto comunque assai sobrio, dal mattone all'azzurro.

La prima copertina veramente nuova, geometrica con un richiamo più o meno vago ad un giunto saldato e colorata più vivacemente, è del 1972 e fu seguita da altre, sempre geometriche, che richiamavano preparazioni di giunti o semilavorati saldati, con un cambio di soggetto ogni tre o quattro anni (Fig. 3).

Finalmente nel 1986, seguendo anche l'esempio delle più classiche riviste estere ed internazionali, in copertina fece la sua comparsa la prima fotografia, generalmente di un importante e significativo manufatto saldato. Tale fotografia assunse negli anni seguenti dimensioni sempre maggiori, fino alla pagina piena con i titoli dei principali articoli contenuti nel numero in questione (Fig. 4).



Figura 3 - Aspetto della Rivista dal 1972 al 1985.

TABELLA III - Redattori e Redattori Capo della Rivista dalla fondazione.

1949 - 1950	Dott. Ing. Umberto Scoino
1950 - 1951	Carica non attribuita
1951 - 1952	Dott. Ing. Ubaldo Girardi
1953 - 1957	Dott. Ing. Mario Bortolini
1957 - 1990	Dott. Ing. Adriano Puccini
Dal 1990	Geom. Sergio Giorgi

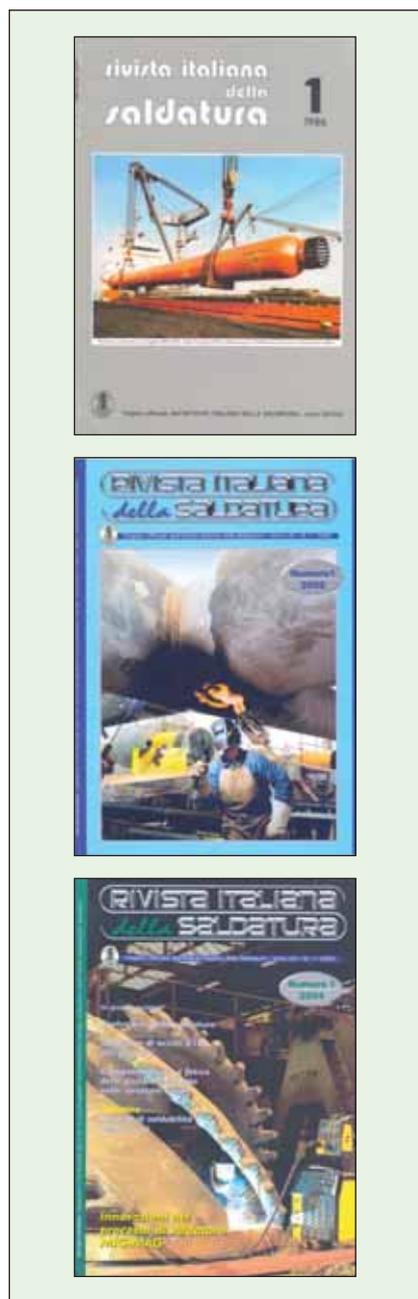


Figura 4 - Aspetto della Rivista dal 1986 ad oggi.

Considerando il contenuto della Rivista, negli anni il numero di articoli e di rubriche è cresciuto sensibilmente dai due o tre articoli dei primi numeri ai sette o otto (tra i quali negli ultimi due decenni uno in inglese o, più raramente, in francese) attuali e, per le rubriche, da due o tre (in particolare Attività dell'Istituto, Notiziario Italiano ed Estero, Rubrica Bibliografica) alla decina attuale. Inoltre, a partire dal 1955, sul N. 3 di ogni anno è stato, e viene tuttora, pubblicato il resoconto annuale sull'anda-

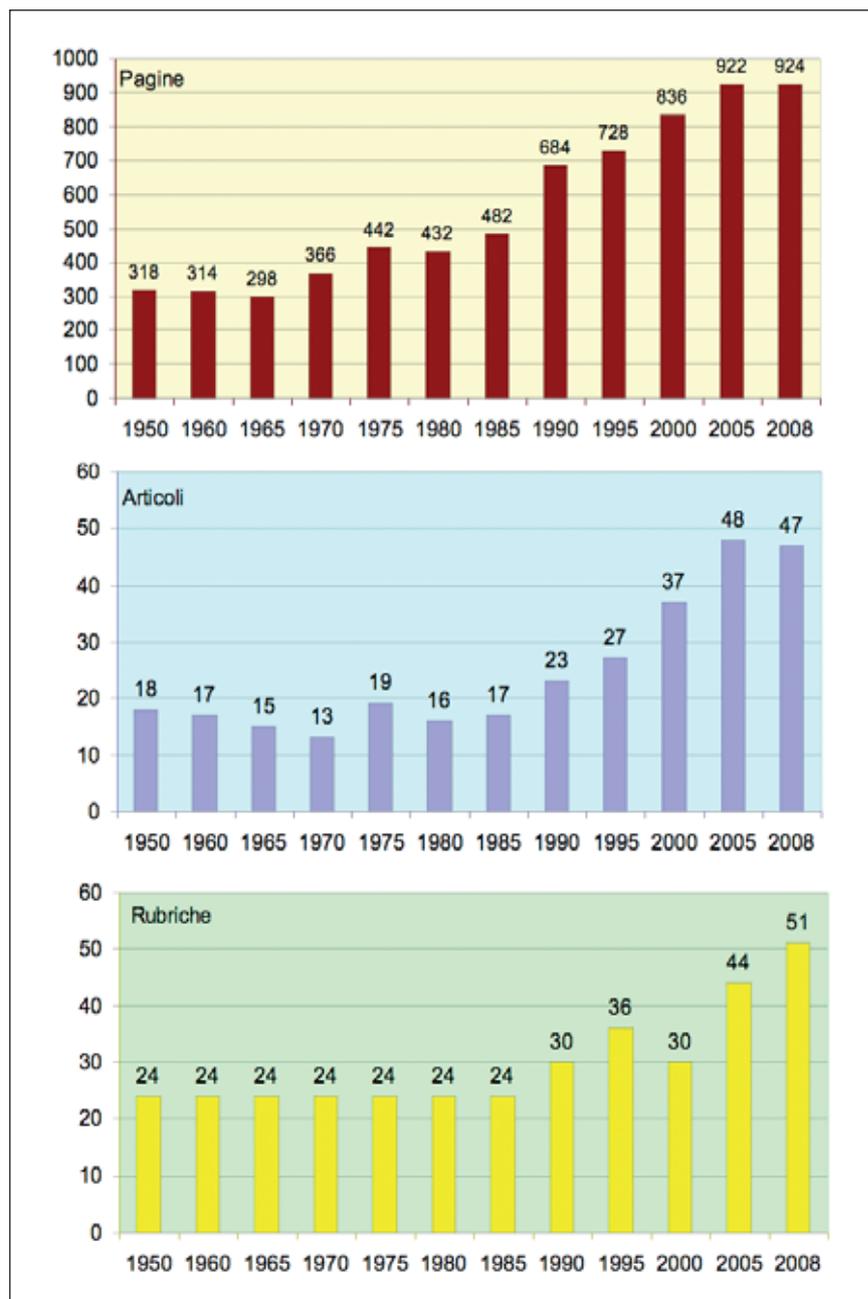


Figura 5 - Numero annuale di pagine, articoli e rubriche della Rivista dal 1950 ad oggi.

mento tecnico ed economico dell'Istituto preparato per l'Assemblea dei Soci (Attività e Bilancio).

Dal 2002, inoltre, è iniziata la pubblicazione, su ogni numero della rivista, di un articolo dedicato alla didattica dove di volta in volta vengono affrontati temi di base inerenti i principi della saldatura e delle tecniche ad essa affini.

Il numero di pagine era nel primo numero del 2009 di 124, quindi oltre il triplo rispetto a quello del numero 1/1949; esse saranno intorno alle 900

annuali per la fine del 2009.

Mentre il colore per la stampa della pubblicità è stato utilizzato quasi subito (per la prima volta nel 1950), per i titoli delle rubriche, per le fotografie, le figure e i grafici degli articoli il colore compare nel 1990.

Per quanto riguarda il contenuto tecnico della Rivista, con particolare riguardo agli Articoli, il numero di questi ultimi è passato dai 3 del primo ed unico numero del 1949 ai 47 dell'anno 2008 (Fig. 5).

Dedichiamo un pensiero all'oggi

La Rivista Italiana della Saldatura è stampata in 3500 copie e viene inviata in abbonamento postale ai Soci e agli Abbonati.

Le restanti copie sono distribuite come numero singolo o come parte integrante della documentazione tecnica per le manifestazioni (congressi, convegni, giornate di studio, seminari, mostre e fiere) e per i corsi organizzati dall'Istituto. Gli indici degli articoli pubblicati, a partire dall'anno 2003, sono reperibili sul sito istituzionale dell'IIS alla pagina <http://www.iis.it/iisita/rivista.htm>.

La Rivista si pone, come peraltro l'Istituto, di cui ripetiamo è Organo Ufficiale, come una delle voci scientificamente e tecnicamente più autorevoli a livello europeo ed internazionale (non dimentichiamo che appartiene ormai all'Italia la seconda posizione industriale del nostro continente, dopo la Germania).

Come sarà il futuro?

Negli ultimi anni l'Istituto Italiano della Saldatura ha goduto di un rigoglioso sviluppo, sia in termini quantitativi che qualitativi, accompagnato da una crescita più che proporzionale di tutte le sue

pubblicazioni, dai testi, ai manuali, alle newsletter, alla, ultima ma non ultima, Rivista, alla quale auguriamo quindi non solo buon sessantesimo compleanno, ma, secondo un detto popolare, altri cento di questi giorni, insieme all'Istituto, naturalmente.



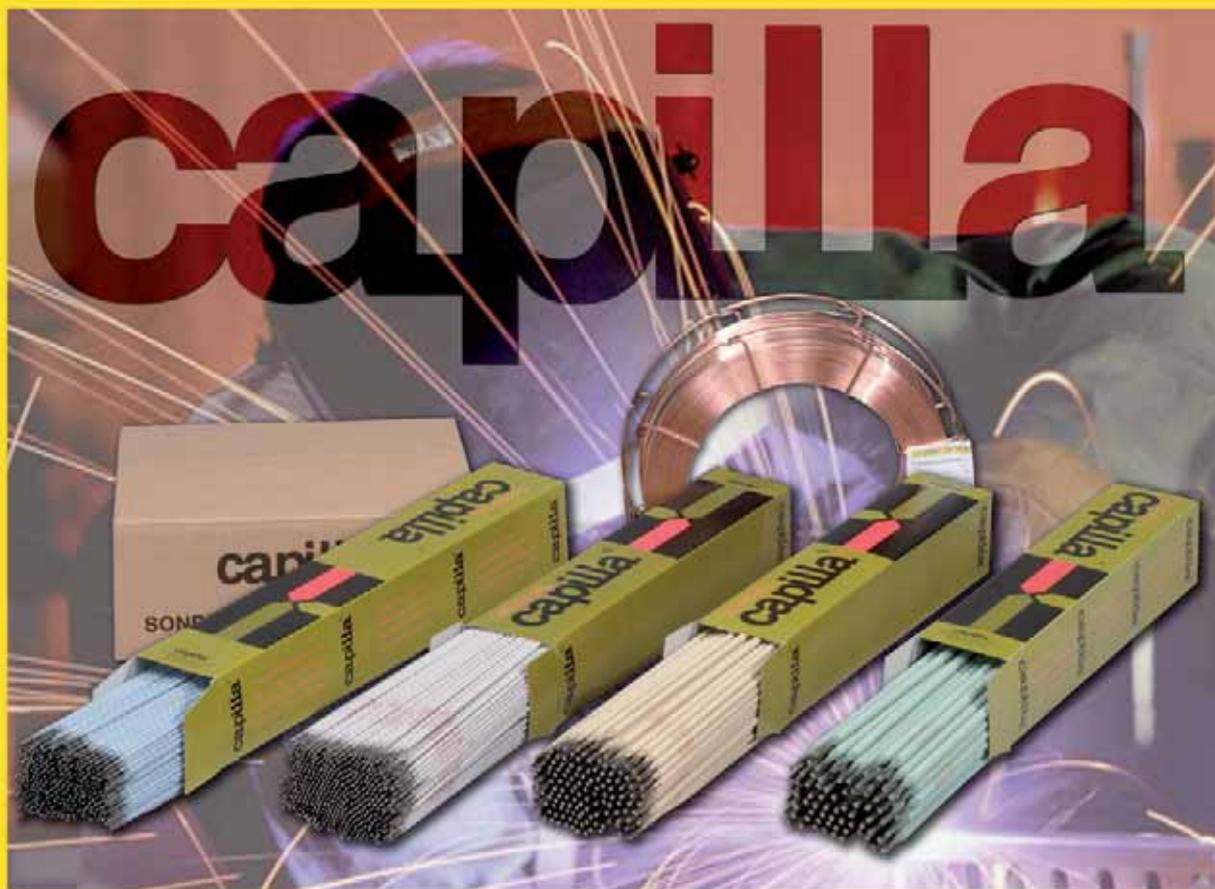
Giulio COSTA, laureato in Ingegneria Industriale Elettrotecnica presso l'Università di Genova nel 1964, entrato all'Istituto Italiano della Saldatura nel 1965, nel 1977 diventa Dirigente responsabile delle attività di Insegnamento, Certificazione, Ricerca e Normazione. Responsabile dei Comitati Tecnici dell'IIS, svolge intensa attività in numerose Commissioni di studio e normazione nazionali, europee ed internazionali ricoprendo inoltre il ruolo di Presidente della Commissione "Concezione e fabbricazione delle strutture saldate" dell'Istituto Internazionale della Saldatura (IIW) dal 1986 al 1997 e di Presidente della Commissione "Saldature" dell'UNI dal 1991. Nominato Vice-Segretario Generale nel 1985, è Segretario Generale dell'IIS dal 1990 al 1996. Nello stesso periodo viene inoltre nominato Tesoriere dell'IIW e Membro del Board of Directors dell'IIW e dell'European Welding Federation (EWF); dal 1990 al 2002 è Presidente del Comitato "Publication" dell'IIW. Dal 1997 è Membro del Comitato Direttivo e Consulente Generale Onorario dell'IIS. Dal 1999 al 2001 è Presidente dell'EWF e nuovamente Membro del Board of Directors dell'IIW. Dal 2000 è Capo del Gruppo Settoriale "Protezione individuale e beni di largo consumo" della Commissione Centrale Tecnica dell'UNI.

I NUMERI DEL 2008				
Numero	Editoriali	Articoli	Rubriche	Pagine totali
1	1	8	11	158
2	1	8	10	146
3	1	8	10	152
4	1	8	10	148
5	1	8	10	148
6	1	7	11	172
Totale	6	47	62	924



I numeri del piano editoriale 2008





1959 - 2009 da 50 anni
 produciamo le soluzioni
 per i vostri problemi



Un programma completo per la saldatura

CAPILLA S.r.l.
materiali per saldatura

Via per Telgate sn
 Loc. Campagna
 24064 Grumello del Monte (BG)
 Tel. +39.035.4491354
 Fax. +39.035.4426747
 e-mail: info@capilla.it
 sito: www.capilla.it



Azienda certificata ISO 9001

CAPILLA GmbH
schweissmaterialien

Lubberbrede 11
 33719 Bielefeld (D)
 Tel. +49.521.926150
 Fax +49.521.9261525
 e-mail: info@capilla-gmbh.de
 sito: www.capilla-gmbh.de

L'appuntamento italiano con la tecnologia laser

Piacenza, da giovedì 19
a sabato 21 novembre 2009

7^a edizione



Via Passo Pordoi, 10
20139 Milano
Tel. +39 02 535781
Fax +39 02 56814579

info@publitech.it - www.publitech.it



Publitech - Milano



PIACENZA EXPO

Loc. Le Mose - S.S. 10 - 29100 Piacenza
Tel. +39 0523 602711
Fax +39 0523 602707
info@piacenzaexpo.it
www.piacenzaexpo.it

Applicazione, in fase di progettazione, delle metodologie di valutazione di idoneità all'esercizio (Fitness For Service)

G.L. Cosso*
S. Pagano*
C. Servetto*



Sommario / Summary

Le recenti edizioni delle normative che disciplinano la progettazione, la fabbricazione e il controllo degli apparecchi in pressione prevedono la possibilità di applicare le procedure di valutazione di stabilità dei difetti nei casi in cui le scelte progettuali si discostino dalle soluzioni costruttive o dalle procedure di fabbricazione proposte dalle normative stesse (es: adozione di materiali non contemplati dalla normativa, superamento dei limiti di spessore ammessi, presenza di difetti che eccedono i criteri di accettabilità).

In tali casi è possibile, attraverso procedure di calcolo che si basano sui principi della meccanica della frattura, dimostrare l'idoneità all'esercizio della soluzione costruttiva adottata o del componente in presenza di difetti. In quest'ambito riveste un ruolo non secondario l'esecuzione di prove di meccanica della frattura, da eseguirsi sui talloni di produzione, in quanto, soprattutto per spessori elevati, consentono di determinare, con maggiore accuratezza rispetto alle prove di resistenza, la tenacità alla frattura del materiale e permettono di conseguenza l'impiego di procedure di valutazione meno conservative.

.....
Recent editions of pressure vessels design, fabrication and inspection codes include flaw assessment procedures in case

the adopted design solutions differ from constructive details and fabrication procedures given by the codes (e.g. adoption of materials not included in the standards, use of vessel thicknesses greater than the allowed ones, presence of flaws with dimensions exceeding the acceptability limits).

In such cases it is possible, through fracture mechanics assessment procedures, to demonstrate the fitness for service of either the adopted solution or the flawed component. Within these kind of calculations, it is very important to evaluate material fracture toughness by means of fracture mechanics tests, to be performed on production samples, as they give, especially for high thicknesses, more accurate toughness values in comparison with impact tests ones, and therefore allow the adoption of less conservative assessment procedures.

Keywords:

ASME; brittle fracture; BSI; CEN; defects; design; finite element analysis; fitness for purpose; frac mech tests; fracture mechanics; fracture toughness; ISPEL; low temperature; pressure vessels; service conditions; standards; toughness; welded joints.

* Istituto Italiano della Saldatura - Genova.

I. Introduzione

Nell'ambito dei codici normativi per la progettazione, la fabbricazione ed il controllo delle apparecchiature in pressione vengono in generale indicate prescrizioni per la verifica dell'idoneità dei materiali all'esercizio a bassa temperatura.

Le procedure proposte sono finalizzate a contenere opportunamente il rischio di rottura fragile, considerando, oltre alla temperatura minima che è possibile raggiungere nelle differenti fasi di esercizio, tutti i fattori che influenzano tale modalità di cedimento (natura e proprietà meccaniche dei materiali, spessore dei componenti, severità delle sollecitazioni indotte dai carichi agenti, eventuale presenza di difetti di fabbricazione, esecuzione del trattamento termico post-saldatura).

Nell'approccio più consueto la tenacità dei materiali viene considerata in modo sostanzialmente empirico, sulla base dell'esito di prove di resilienza. Le modalità di prova (posizione del saggio, temperatura di prova, limite minimo di energia che è necessario superare, ecc.) sono correlate ai fattori sopra indicati; l'adeguatezza delle procedure è di fatto attestata dall'esito soddisfacente dell'esperienza operativa.

L'adozione delle prescrizioni basate sulla prova di resilienza rappresenta senza dubbio l'iter più rapido e meno oneroso; in alcuni casi, tuttavia, per la verifica dell'idoneità all'esercizio a bassa temperatura può essere necessaria una procedura maggiormente approfondita, che preveda l'utilizzo dei modelli e dei criteri proposti dalla Meccanica della Frattura. Tale metodologia, sovente impiegata per valutazioni "Fitness For Service" dell'accettabilità di difetti/danneggiamenti rilevati durante l'esercizio delle apparecchiature, può essere utilizzata in modo concettualmente analogo anche durante la fase di progetto, con le modalità descritte in dettaglio nel seguito. In questo caso l'effettiva determinazione della tenacità del materiale,

mediante l'esecuzione di opportune prove meccaniche, riveste un ruolo di indubbio rilievo.

2. I principali riferimenti normativi in merito all'applicazione delle metodologie "Fitness For Service"

L'adozione dei criteri della Meccanica della Frattura può in generale essere presa in considerazione:

- nei casi in cui la soluzione costruttiva che si intende realizzare non rispetti le limitazioni previste per l'impiego dell'approccio "standard" basato sulla prova di resilienza;
- nei casi in cui l'utilizzo dell'approccio "standard" costringa il fabbricante a scelte in contrasto con la propria esperienza costruttiva (ad esempio l'adozione del trattamento termico post-saldatura su materiali per i quali tale operazione può determinare un'alterazione delle proprietà meccaniche, in modo particolare della tenacità).

Di seguito sono riportati i riferimenti all'applicazione delle metodologie "Fitness For Service" indicati da quattro codici normativi per la progettazione, la fabbricazione ed il controllo delle apparecchiature in pressione:

- ASME Boiler & Pressure Vessel Code, 2007 Ed., Section VIII "Rules for construction of pressure vessels" (Division 2 "Alternative rules" e Division 3 "Alternative rules for construction of high pressure vessels");
- EN 13445-2:2007 "Recipienti a pressione non esposti a fiamma - Parte 2: Materiali";
- PD 5500:2006 "Specification for unfired fusion welded pressure vessels";
- Raccolta M (ISPESL) "Specificazioni tecniche applicative del D.M. 21.11.1972 riguardanti l'impiego dei materiali nella costruzione degli apparecchi e sistemi a pressione"; Raccolta S (ISPESL) "Specificazioni tecniche applicative del D.M. 21.11.1972 riguardanti l'impiego delle saldature nella costruzione e riparazione degli apparecchi a pressione", Revisione 1995, Edizione 1999.

ASME Boiler & Pressure Vessel Code - Sec. VIII Div. 2 - Part 3 "Material Requirements" - Cl. 3.11.2.8 "Establishment of the MDMT using a Fracture Mechanics methodology"

Prevede la possibilità di determinare, mediante l'impiego dei criteri di Meccanica della Frattura, il valore della temperatura minima di progetto ("Minimum Design Metal Temperature" MDMT) che è possibile adottare per l'apparecchiatura in esame. A tale scopo viene raccomandata l'adozione della normativa API 579-1/ASME FFS-1 (2007 Edition), citata nei paragrafi seguenti.

ASME Boiler & Pressure Vessel Code - Sec. VIII Div. 3 - Part KD "Design requirements" - Art. KD-4 "Fracture Mechanics evaluation"

Propone l'adozione di una valutazione basata sui criteri di Meccanica della Frattura per verificare la resistenza dell'apparecchiatura nei confronti della rottura fragile, considerando la propagazione "sub-critica" del difetto in componenti sollecitati da azioni cicliche.

EN 13445-2:2007 - ANNEX B "Requirements for prevention of brittle fracture" - Cl. B.2.4 "Method 3 - Fracture mechanics analysis"

Prevede la possibilità di verificare l'idoneità dei materiali all'esercizio a bassa temperatura mediante una valutazione di Meccanica della Frattura, raccomandando l'adozione della procedura proposta dalla norma BS 7910:2005 (citata nei paragrafi seguenti). Tale opzione è ammessa anche per la verifica di difetti che eccedono i criteri di accettabilità indicati in EN 13445-5:2007 "Recipienti a pressione non esposti a fiamma - Parte 5: Controllo e prove".

PD 5500:2006 - ANNEX U "Guidance on the use of fracture mechanics analyses"

L'impiego della metodologia "Fitness For Service" viene proposto per superare, ove necessario, le limitazioni dei criteri "standard" basati sulla prova di resilienza. Viene raccomandato l'impiego della norma BS 7910 (per quanto attiene la procedura di valutazione) e della norma BS 7448 (per l'esecuzione delle prove meccaniche), entrambe citate nei paragrafi seguenti.

Raccolta M (ISPESL) - Cap. M.14.

“Disposizioni per l'impiego dei materiali a bassa temperatura” -

Par. M.14.5. “Metodo 3: analisi con la meccanica della frattura (applicabile nei casi non coperti dai metodi 1 e 2)” e Raccolta S (ISPESL) - Cap. S.1.B.

“Impiego dei materiali a bassa temperatura” - Par. S.1.B.5. “Metodo 3: analisi con la meccanica della frattura”

Propongono prescrizioni sostanzialmente analoghe a quelle indicate dalla norma EN 13445-2:2007.

3. Elementi principali della procedura di valutazione basata sui criteri della Meccanica della Frattura

L'adozione delle metodologie “Fitness For Service” per la verifica dell'idoneità dei materiali all'esercizio a bassa temperatura è del tutto simile alla procedura che è possibile utilizzare per stabilire se un difetto effettivamente rilevato in esercizio può essere o meno considerato accettabile. In questo caso lo scopo della valutazione è verificare se le massime dimensioni accettabili di eventuali difetti bidimensionali, nelle posizioni maggiormente critiche dell'apparecchiatura considerata, sono sufficienti a garantire l'individuazione (e la conseguente riparazione) dei difetti stessi con le tecniche di controllo non distruttivo di cui è previsto l'impiego.

È di notevole importanza sottolineare, in quest'ambito, il ruolo centrale della giunzione saldata; essa infatti:

- costituisce una zona dell'apparecchiatura in cui sono presenti tensioni residue (secondarie) di entità significativa, in grado di contribuire in maniera quantitativamente rilevante (anche nel caso in cui sia adottato il trattamento termico post-saldatura) al rischio di un'eventuale rottura fragile;
- può indurre una significativa alterazione della tenacità del materiale base;
- è posizionata in molti casi in corrispondenza di singolarità geometriche, che determinano significativi effetti di concentrazione delle tensioni agenti;
- rappresenta indubbiamente la zona dell'apparecchiatura in cui è maggiormente probabile la presenza di difetti bidimensionali.

Le procedure di valutazione che è possibile adottare prevedono, in generale, la verifica della resistenza della sezione su cui è posizionato il difetto sia nei confronti del collasso plastico, sia nei confronti della rottura fragile. L'interazione tra le due modalità di cedimento viene considerata mediante l'ado-

zione del diagramma FAD (Failure Assessment Diagram, Figura 1), in cui l'esito della verifica viene indicato graficamente: il punto rappresentativo del difetto in esame (“Assessment Point”) viene posizionato in relazione all'approssimarsi delle condizioni di collasso plastico (sull'asse delle ascisse) e di rottura fragile (sull'asse delle ordinate). L'accettabilità del difetto è determinata dalla posizione del punto nel diagramma, come indicato nella Figura 1.

La definizione delle grandezze che influenzano l'esito della verifica viene condotta in tre ambiti principali, ciascuno dei quali viene affrontato in dettaglio nei paragrafi seguenti:

- caratterizzazione delle proprietà meccaniche dei materiali (con particolare attenzione nei confronti della tenacità);
- calcolo dello stato di tensione agente sui componenti in corrispondenza dei quali viene postulata la presenza di difetti bidimensionali;
- determinazione delle posizioni nelle quali viene ipotizzata la presenza di difetti bidimensionali.

Per l'esecuzione della verifica è senza dubbio opportuna l'adozione delle procedure proposte dai riferimenti tecnici e normativi che costituiscono lo stato dell'arte nell'applicazione dei criteri della Meccanica della Frattura.

Tra le numerose opzioni disponibili possono essere citate le normative seguenti:

- BS 7910:2005 “Guide to methods for assessing the acceptability of flaws in metallic structures”;

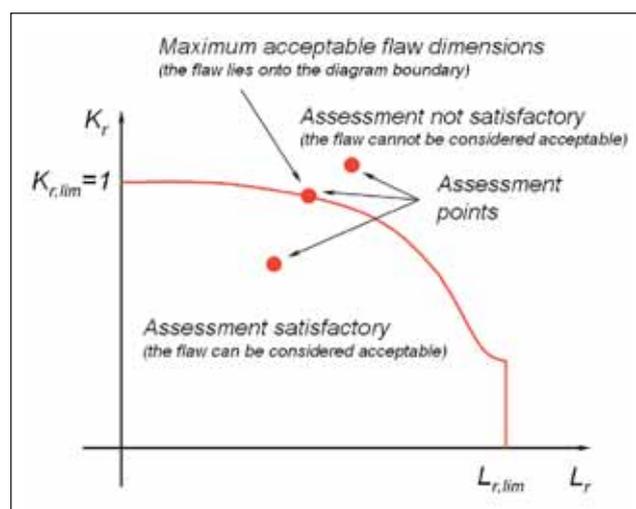


Figura 1 - Failure Assessment Diagram.

- API 579-1/ASME FFS-1 2007 “Fitness For Service”. Quest'ultimo riferimento, in particolare, è specificamente finalizzato all'applicazione delle metodologie di valutazione “Fitness For Service” alle apparecchiature in pressione in esercizio in impianti petrolchimici e per la produzione di energia.

4. Esecuzione di prove meccaniche per la determinazione della tenacità

La tenacità può essere qualitativamente definita come capacità del materiale di opporsi alla propagazione instabile (fragile) di un difetto bidimensionale. Le grandezze comunemente adottate per determinarne l'entità sono rappresentate:

- dal valore critico K_{IC} del fattore di intensificazione delle tensioni;
- dal valore critico di CTOD (“Crack Tip Opening Displacement”);
- dal valore critico dell'integrale J.

Le prove meccaniche sono in generale condotte sulla base di procedure normalizzate. Tra i riferimenti disponibili in quest'ambito è possibile segnalare i seguenti:

- BS 7448 “Fracture mechanics toughness tests”;
- ASTM E1820-06 “Standard Test Method for Measurement of Fracture Toughness”.

Per quanto nelle procedure siano rilevabili alcune differenze, le modalità di prova sono sostanzialmente molto

simili, in particolare per quanto attiene le proprietà meccaniche misurate durante la prova e la geometria dei saggi.

Un aspetto che è senza dubbio opportuno evidenziare è l'indicazione, nella norma BS 7448, di specifiche prescrizioni sull'esecuzione di prove in corrispondenza di giunzioni saldate (BS 7448-2:1997 "Fracture mechanics toughness tests. Method for determination of K_{IC} , critical CTOD and critical J values of welds in metallic materials").

Nel caso in cui siano utilizzate nell'ambito del progetto, le prove di Meccanica della Frattura devono in generale garantire una caratterizzazione quanto più possibile completa dei materiali che costituiscono l'apparecchiatura. Nella definizione del programma di prove occorre prendere in considerazione:

- le dimensioni dei componenti;
- le caratteristiche dei procedimenti di saldatura utilizzati nella fabbricazione;
- la posizione e l'orientamento dei difetti bidimensionali di cui viene ipotizzata la presenza.

Le giunzioni saldate rappresentano senza dubbio le zone dell'apparecchiatura sulle quali, in questa fase, l'indagine deve essere maggiormente focalizzata. Rispetto al caso in cui il saggio viene prelevato in pieno materiale base l'esecuzione della prova è senza dubbio più complessa, in particolare quando è necessario valutare il comportamento di zone di estensione molto limitata (Fig. 2). Per il posizionamento dell'apice del difetto può essere utile effettuare uno "screening" preliminare mediante l'esecuzione di prove di resilienza, in modo tale da individuare la zona della giunzione che è maggiormente opportuno indagare.

Le opzioni tipicamente adottate per la caratterizzazione delle giunzioni saldate sono descritte in dettaglio dalla norma BS 7448-2.

5. Alterazione della tenacità dei materiali causata dall'esposizione a particolari condizioni di esercizio

Nella letteratura tecnica vengono evidenziate alcune particolari condizioni di esercizio che possono determinare un

progressivo degrado della tenacità dei materiali ("embrittlement"). Tale eventualità deve essere debitamente considerata durante la fase di progetto, per quanto una stima affidabile dell'effettivo degrado possa sovente rivelarsi problematica. Di seguito viene proposta una sintesi dei principali fenomeni di alterazione della tenacità indotta dall'esercizio:

- *Hydrogen Embrittlement*: è determinato dalla diffusione di idrogeno, proveniente dal fluido di processo, nelle membrane di apparecchiature in esercizio a temperatura elevata;
- *Creep Embrittlement*: è determinato dall'esposizione dei componenti a temperature di esercizio per cui gli effetti dello scorrimento viscoso ad alta temperatura divengono rilevanti (soprattutto per quanto attiene il degrado metallurgico del materiale);
- *Strain Age Embrittlement*: rappresenta un fenomeno di fragilizzazione tipicamente riscontrato su acciai al carbonio/carbonio molibdeno, in esercizio a temperature comprese tra 150 °C e 250 °C, spesso in corrispondenza di discontinuità strutturali

che inducono concentrazioni di tensione;

- *Temper Embrittlement*: viene rilevato in acciai al cromo - molibdeno in esercizio a temperature comprese tra 350 °C e 600 °C. È con ogni probabilità correlato alla composizione chimica del materiale ed ai trattamenti termici che il materiale subisce in fase di produzione; determina una riduzione di tenacità che può rivelarsi significativa anche a temperature relativamente elevate (fino a 150 °C);
- *885 (F) Embrittlement* (su acciai inossidabili ferritici e/o austeno ferritici) e *Sigma Phase Embrittlement* (su acciai inossidabili austenitici): sono principalmente determinati dall'esposizione del materiale a temperature di esercizio comprese tra 370 °C e 570 °C (nel primo caso) e tra 600 °C e 815 °C (nel secondo caso).

Alcune indicazioni di indubbio interesse per la stima quantitativa degli effetti di fragilizzazione sopra citati sono riportate dalla normativa API 579-1/ASME FFS-1 (Annex F "Material properties for a FFS assessment").

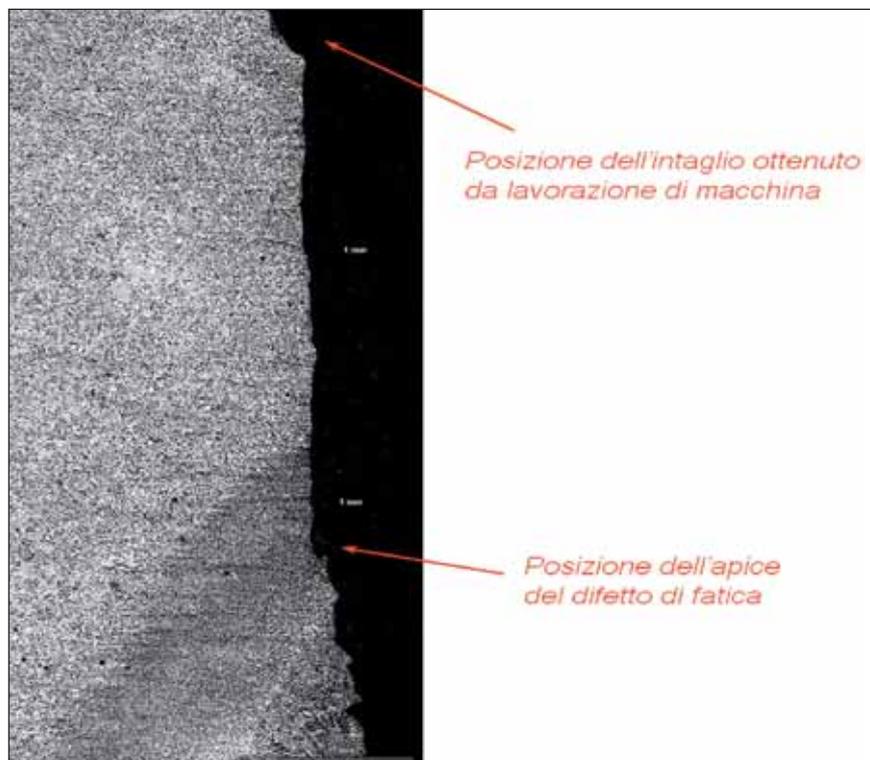


Figura 2 - Analisi micrografica: posizione dell'apice del difetto in corrispondenza della linea di fusione tra zona fusa e termicamente alterata della giunzione saldata.

6. Calcolo dello stato di tensione agente

L'applicazione della valutazione basata sui criteri della Meccanica della Frattura esige, in generale, una descrizione dello stato di tensione agente più approfondita rispetto a quanto è normalmente necessario per il dimensionamento dei componenti. Gli effetti determinati da singolarità geometriche, che è in molti casi lecito trascurare o considerare con procedure di calcolo semplificate, possono influenzare significativamente l'esito della verifica. Di conseguenza è senza dubbio opportuna l'adozione dell'analisi strutturale numerica (Fig. 3).

Nel calcolo dello stato di tensione agente è di notevole importanza determinare accuratamente natura ed entità delle componenti che lo costituiscono. Molti dei riferimenti normativi citati nei paragrafi precedenti propongono un'approfondita descrizione dei criteri da utilizzare in tale operazione.

Un ruolo quantitativamente rilevante, anche nello stato "trattato termicamente", è spesso giocato dalle tensioni residue di saldatura (che, per quanto sostanzialmente ininfluenti sul collasso plastico, è tuttavia necessario considerare nella verifica della resistenza nei confronti della rottura fragile). In genere la stima di tali effetti viene condotta adottando cautelativamente distribuzioni semplificate; deve essere notato, a tale proposito, che l'utilizzo di analisi e/o indagini maggiormente approfondite può essere vanificato dall'impossibilità di considerare adeguatamente alcuni aspetti che concorrono a determinare lo stato di tensione residuo, quali, ad esempio, l'effettiva sequenza delle fasi costruttive e/o l'eventuale necessità di riparazioni.

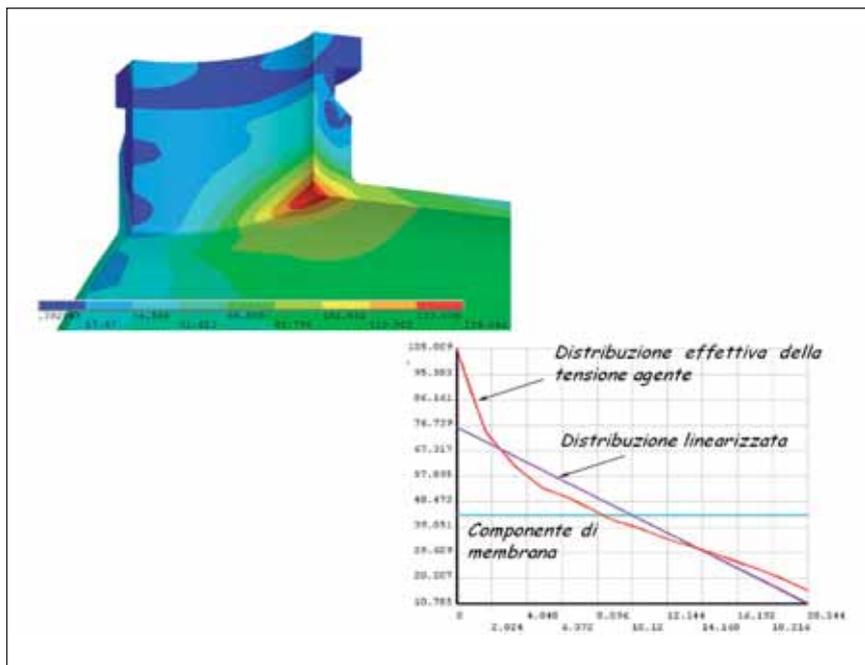


Figura 3 - Definizione delle differenti componenti che caratterizzano lo stato di tensione ottenuto da un'analisi strutturale numerica.

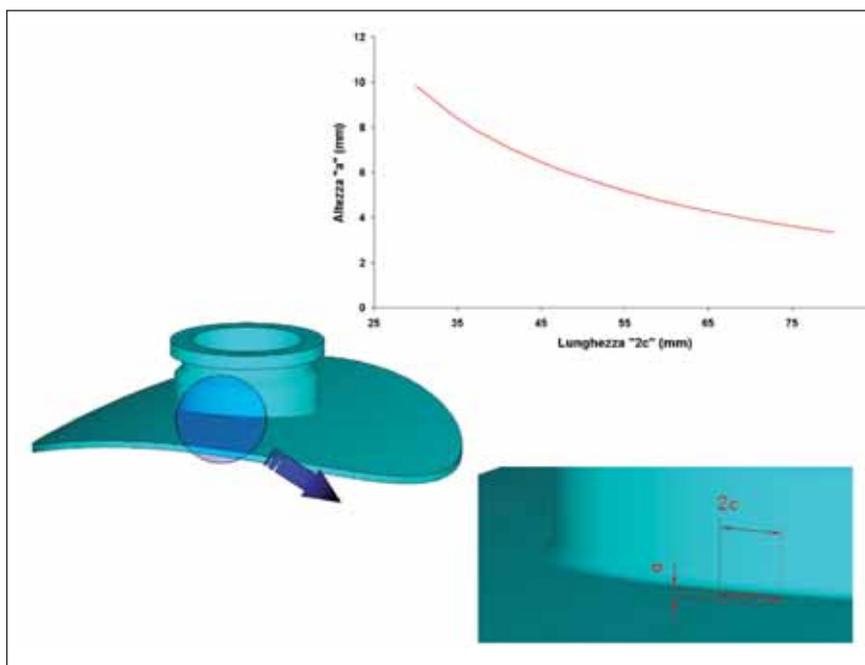


Figura 4

7. Determinazione delle posizioni nelle quali viene ipotizzata la presenza dei difetti bidimensionali

Le dimensioni massime accettabili di eventuali difetti bidimensionali devono essere calcolate ipotizzando che i difetti stessi siano localizzati nelle zone maggiormente critiche dell'apparecchiatura. La definizione delle posizioni da considerare deve essere effettuata sulla base

degli aspetti seguenti:

- esito dell'analisi strutturale (devono tipicamente essere selezionate le zone di discontinuità strutturale, in corrispondenza delle quali lo stato di tensione è in genere più severo);
- esito della caratterizzazione dei materiali impiegati nella realizzazione dell'apparecchio (devono essere privilegiate le zone in cui sono stati riscon-

trati i valori minimi di tenacità);

- caratteristiche e potenzialità delle tecniche di controllo non distruttivo di cui è prevista l'adozione.

L'esito finale della valutazione può essere riportato in diagrammi in cui viene rappresentata la relazione tra i massimi valori accettabili di profondità (o altezza) e lunghezza del difetto, come indicato nella Figura 4.

8. Propagazione "sub-critica" dei difetti bidimensionali in esercizio

Nell'adozione della metodologia di verifica descritta nei paragrafi precedenti occorre considerare l'eventualità che un difetto bidimensionale possa manifestare in esercizio un incremento delle proprie dimensioni, fino a superare, nel corso della vita di progetto dell'apparecchiatura, i valori massimi accettabili. I principali fenomeni che determinano il fenomeno di propagazione "sub-critica" sono rappresentati:

- dalla presenza di sollecitazioni cicliche;
- dall'esposizione dei componenti ad elevate temperature, in condizioni in cui non è possibile trascurare gli effetti dello scorrimento viscoso;
- dall'azione di ambienti chimicamente aggressivi in grado di promuovere fenomeni di "tensocorrosione" (che si manifestano preferibilmente in zone caratterizzate da severi gradienti dello stato di tensione agente).

Le procedure proposte dalla letteratura tecnica per la stima quantitativa della rapidità della propagazione "sub-critica" sono in generale basate sulle grandezze che descrivono lo stato di tensione e deformazione all'apice di un difetto bidimensionale; nella maggior parte dei casi viene adottato il fattore di intensificazione delle tensioni K_I .

Nella verifica di idoneità all'esercizio a bassa temperatura dei materiali che costituiscono l'apparecchiatura in esame, di conseguenza, quando non è possibile trascurare la potenziale propagazione "sub-critica" di eventuali difetti, è necessario adottare la procedura seguente:

- ipotizzare la presenza di difetti bidimensionali, nelle zone maggiormente critiche dell'apparecchiatura (selezionate sulla base dei criteri descritti in precedenza), di dimensioni tali da garantire la loro individuazione con le tecniche di controllo non distruttivo previste;
- stimare l'entità della propagazione dei difetti nell'ambito della vita di progetto dell'apparecchiatura;
- verificare che le dimensioni finali del difetto ipotizzato non superino i massimi valori accettabili.

Nella stima dell'entità della propaga-

zione "sub-critica" l'accurata caratterizzazione del comportamento del materiale in esame, in particolare in corrispondenza di giunzioni saldate, è senza dubbio di fondamentale importanza, al pari di quanto evidenziato nei paragrafi precedenti in relazione alla tenacità. Nei casi in cui non sia possibile affrontare tale aspetto con l'esecuzione di prove sperimentali ed occorra di conseguenza adottare dati reperibili nella letteratura tecnica, sarà necessario effettuare opportune considerazioni sull'affidabilità della valutazione condotta, con i criteri esposti nel Punto 9.

Alcuni riferimenti di indubbia utilità per la stima dell'entità della propagazione "sub-critica" di difetti bidimensionali sono indicati di seguito:

- BS 7910;
- API 579-1/ASME FFS-1;
- British Energy R5 "Assessment procedure for the high temperature response of structures".

9. Considerazioni sull'affidabilità della valutazione

Come in tutte le verifiche proposte dai codici di progettazione di apparecchiature in pressione, anche nella valutazione di idoneità all'esercizio a bassa temperatura dei materiali occorre garan-

tire un grado di affidabilità adeguato. Per quanto attiene questo aspetto, sia la norma BS 7910, sia la normativa API 579-1/ASME FFS-1 propongono un approccio basato sulla definizione di coefficienti parziali di sicurezza che devono essere applicati alle principali grandezze (dimensioni del difetto, stato di tensione agente, tenacità dei materiali) considerate nella valutazione. Vengono in particolare indicati i coefficienti di sicurezza relativi a differenti valori della probabilità di cedimento che può essere ritenuta ammissibile.

Nella definizione sperimentale della tenacità dei materiali è spesso impossibile disporre di un numero di prove sufficiente per una caratterizzazione probabilistica. Entrambe le normative, pertanto, indicano prescrizioni per la definizione dei coefficienti di sicurezza basate sull'esecuzione di un numero limitato di prove (in genere tre per ciascuna delle condizioni di prova considerate).

In quest'ambito la stima della propagazione "sub-critica" dei difetti ipotizzati, quando necessaria, rappresenta un aspetto senza dubbio complesso da affrontare, in particolare per quanto attiene i fenomeni determinati dallo scorrimento viscoso e dalla tensocorrosione (Fig. 5). L'adozione dei valori di "upper bound" per la caratterizzazione

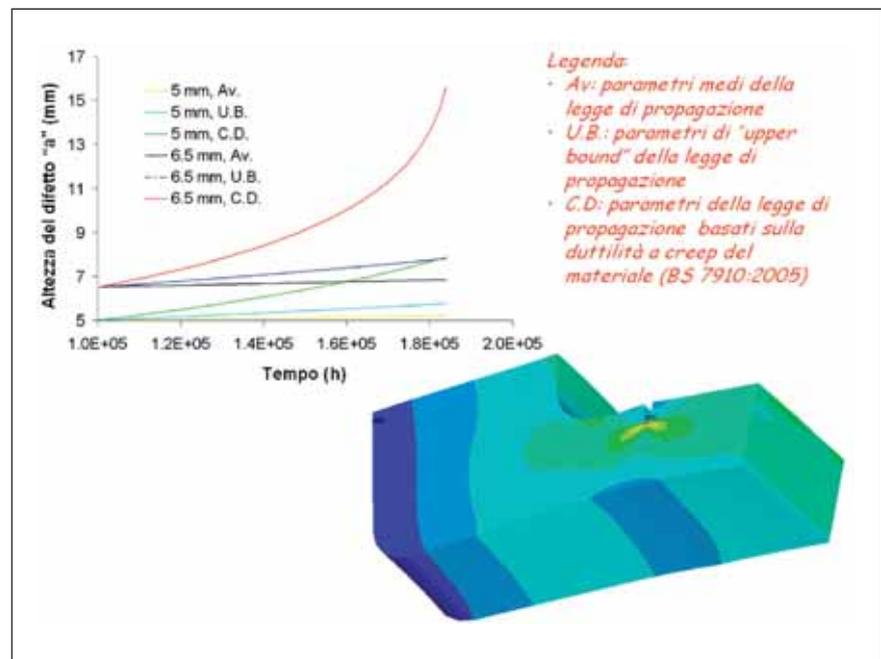


Figura 5 - Propagazione sub-critica di un difetto bidimensionale per scorrimento viscoso ad alta temperatura.

del materiale rischia di determinare valutazioni eccessivamente pessimistiche, con variazioni anche di un ordine di grandezza, rispetto ai valori medi, nella stima della rapidità della propagazione. In tali casi può essere proponibile affrontare un'analisi parametrica del problema ("sensitivity analysis"), in cui sia possibile evidenziare in quale misura l'esito della valutazione è influenzato dalla variazione delle grandezze in gioco. Questo approccio può essere utile per definire, compatibilmente con le esigenze dell'utilizzatore, un piano di ispezione finalizzato al riscontro della validità delle ipotesi adottate in fase di progetto.

10. Conclusione

Nella progettazione delle apparecchiature in pressione, in relazione alle condizioni di servizio previste, può essere necessaria la verifica dell'idoneità dei materiali all'esercizio a bassa temperatura. L'approccio comunemente adottato, in quest'ambito, è basato sull'esito di prove di resilienza; i principali riferimenti normativi, tuttavia, prevedono la possibilità (nei casi in cui tale opzione si riveli non applicabile o eccessivamente cautelativa) di affrontare la verifica con l'impiego di procedure per la valutazione dell'accettabilità di difetti bidimensionali ("Fitness For Service") basate sui criteri della Meccanica della Frattura.

Nel presente lavoro è stata proposta una sintetica descrizione di tale metodologia, indicando i principali riferimenti normativi che ne definiscono le modalità di applicazione.

Nella procedura di verifica un ruolo centrale è rappresentato dalla caratterizzazione dei materiali mediante l'esecuzione di prove meccaniche per la determinazione della tenacità, in modo particolare in corrispondenza delle differenti zone che costituiscono la giunzione saldata. Ulteriori aspetti che richiedono un particolare approfondimento sono rappresentati:

- dall'analisi strutturale dei componenti dell'apparecchiatura, per cui è in generale opportuna l'adozione di metodi numerici ad elementi finiti;
- dalla considerazione del potenziale degrado della tenacità dei materiali

indotto dall'esposizione a particolari condizioni di esercizio;

- dalla stima di eventuali effetti di propagazione "sub-critica" dei difetti bidimensionali di cui viene ipotizzata la presenza.

Nella valutazione devono infine essere adottati opportuni valori dei coefficienti di sicurezza, in modo tale da garantire un grado di affidabilità adeguato in relazione alla criticità dell'applicazione considerata.

Bibliografia

- [1] ASME Boiler & Pressure Vessel Code, 2007 Ed., Section VIII: «Rules for construction of pressure vessels» (Division 2 "Alternative rules" e Division 3 "Alternative rules for construction of high pressure vessels").
- [2] EN 13445-2:2007: «Recipienti a pressione non esposti a fiamma - Parte 2: Materiali».
- [3] PD 5500:2006: «Specification for unfired fusion welded pressure vessels».
- [4] Raccolta M (ISPESL): «Specificazioni tecniche applicative del D.M. 21.11.1972 riguardanti l'impiego dei materiali nella costruzione degli apparecchi e sistemi a pressione» (Rev. 1995, Ed. 1999).
- [5] Raccolta S (ISPESL): «Specificazioni tecniche applicative del D.M. 21.11.1972 riguardanti l'impiego delle saldature nella costruzione e riparazione degli apparecchi a pressione» (Rev. 1995, Ed. 1999).
- [6] BS 7910:2005: «Guide to methods for assessing the acceptability of flaws in metallic structures».
- [7] API 579-1/ASME FFS-1 2007: «Fitness For Service».
- [8] BS 7448: «Fracture mechanics toughness tests».
- [9] ASTM E1820-06: «Standard Test Method for Measurement of Fracture Toughness».
- [10] British Energy R5: «Assessment procedure for the high temperature response of structures».



Gian Luigi COSSO, laureato in Ingegneria Civile presso l'Università di Genova nel 1999. Funzionario dell'Istituto Italiano della Saldatura dal 2000; attualmente Responsabile del Settore Ingegneria, Calcolo e Progettazione della Divisione Ingegneria.



Sabrina PAGANO, laureata in Ingegneria Civile presso l'Università di Genova nel 2000. Dal 2000 al 2002 ha collaborato con società di ingegneria nel campo della progettazione civile ed industriale; funzionario dell'Istituto Italiano della Saldatura dal 2002, lavora nell'Area Calcolo e Progettazione della Divisione Ingegneria.



Chiara SERVETTO, laureata in Ingegneria Civile presso l'Università di Genova nel 1992. Funzionario dell'Istituto Italiano della Saldatura dal 1993, ha lavorato per oltre 10 anni nella divisione Ingegneria maturando esperienza nella progettazione delle strutture saldate in diversi ambiti applicativi e partecipando attivamente a gruppi di lavoro in ambito italiano (CTI, AIM) e internazionale (ECCC, EPERC) nel campo dello scorrimento viscoso. Dal 2007 si occupa dello sviluppo tecnologico del Laboratorio dell'Istituto e dell'esecuzione di prove meccaniche non convenzionali (prove di fatica, di creep, di meccanica della frattura). È certificata European / International Welding Engineer.



ASPIRMIG

Welding & Safety

Web: www.aspirmig.com E-mail: aspirmig@aspirmig.com



.....la saldatura senza fumo

Nuova torcia interamente compatibile 501BZ



Torcia interamente compatibile 501Bz
con cavo raffreddato a liquido
e tutti i particolari di usura
compatibili con lo standard
di mercato.

Leggerezza e affidabilità
eccezionali.

Torcia da 350A
con cavo raffreddato a
liquido con tutta la
componentistica
Aspirmig.
Eccezionale per il ciclo di
lavoro, per la leggerezza
e la capacità di
aspirazione



ASPIRMIG srl

Via Podi, 10 – 10060 VIRLE PIEMONTE (TO)

Tel. 011 9739963 - fax 011 9739289 – email aspirmig@aspirmig.com

Saldatura EBW di cold plates in lega di alluminio AA 6061 T651 per il sistema di raffreddamento dell'unità abitativa per cavie spaziali

G. Barbieri *
M. Moncada *
A. Sgambati **



Sommario / Summary

Il presente lavoro descrive le attività svolte per la messa a punto del processo di saldatura al fascio elettronico di 2 cold plates progettate da Thales Alenia Space e realizzate in AA 6061 T651. Questa speciale tecnologia di saldatura è resa necessaria dalla necessità di ridurre al minimo le deformazioni di saldatura. Le cold plates sono i principali componenti del sistema di raffreddamento per il payload MDS (Mice Drawer System). Lo sviluppo e la realizzazione di questo componente, finanziato dall'ASI (Agenzia Spaziale Italiana) e con Thales Alenia Space come fornitore industriale, renderà possibile lo svolgimento di vari programmi di ricerca spaziali. L'MDS è necessario per mantenere le temperature richieste, sia per le unità elettroniche di controllo sia per l'habitat dei topolini (raffreddamento dell'aria di ricircolo e dell'acqua alimentare delle cavie), durante il trasporto con Shuttle e durante l'effettuazione degli esperimenti a bordo della Stazione Spaziale Internazionale (ISS).

Le cold plates sono realizzate assemblando due piastre di alluminio a spessore variabile con alettature lavorate per elettroerosione che racchiudono all'interno una serpentina in AISI 316 per il sistema di raffreddamento ad acqua. La geometria della saldatura è assimilabile ad una saldatura di testa a penetrazione parziale lungo i 1700 mm di perimetro delle piastre. Il sovrametallo del componente assemblato dopo saldatura (piastre 488 x 356 mm) era di soli 0.5 mm a fronte di una tolleranza planare dell'elemento finito di 0.05 mm. L'obiettivo è quindi la minimizzazione della distorsione ed allo stesso tempo la massimizzazione della profondità di penetrazione in modo da ridurre le sollecitazioni nella saldatura. I principali problemi affrontati hanno riguardato la definizione di parametri di saldatura per l'eliminazione delle porosità e l'eliminazione di problemi legati al "flash" (interruzione del fascio di elettroni e quindi della saldatura) evidenziati dalla lega di alluminio trattata. Le analisi distruttive e NDT per la qualificazione della WPS sono state mirate alla valutazione dell'efficienza di saldatura e della tensione ammissibile. Le prove di trazione, effettuate su giunti di testa a parziale penetrazione con una profondità di penetrazione di $5^{0/+1}$ mm, hanno mostrato una resistenza lineare di circa 1 kN/mm corrispondente a circa 154 MPa per le sezioni analizzate. Tale resistenza è ampiamente superiore agli stress calcolati mediante analisi FEM anche in caso di sovraccarichi sviluppati in situazioni di emergenza (85.2 MPa).

Con i parametri finali, sintetizzati dalla WPS-EBW(2006)001, sono state saldate due cold plates che presto raggiungeranno la ISS.

This work describes the activities carried out for developing an Electron Beam Welding procedure for building 2 cold-plates designed by Thales Alenia Space and made in AA 6061 T651. This special welding technology was used to minimize the distortions of the welded components. The cold-plates are the main components for the cooling system of the payload Mice Drawer System (MDS). Funded by ASI (Italian Space Agency) with Thales Alenia Space Italia as industrial Prime contractor, MDS will permit its utilization for other research programs with mice. The MDS is necessary to keep the required temperatures, both for the control electronic units and for the habitat of mice (cooling of recirculation air and drinking water of the cavies) during the transportation by space Shuttle and using onto International Space Station - ISS.

The cold plates were realized by assembling two aluminum plates with variable thickness and finned surfaces, made by electro-discharge machining (EDM) which contain an AISI 316 serpentine for the water cooling system. The geometry of the welding is similar to a "partial penetration butt joint" around the 1700 mm long perimeter of the plates. The removable stock for the assembled components after welding (488 x 356 mm plate) were only 0.5 mm. So, the main target were the minimization the welding distortion while maximizing the penetration depth for reduce the mechanical stress on joint line. The main addressed issue was been the definition of welding parameters for avoiding porosity and "flashing" (interruption of electron beam during welding) typical of the aluminum alloy treatment. The qualification tests for the WPS were carried out to evaluate the welding efficiency and admissible stress concerning in NDT and destructive analysis. The tensile tests were performed on partial penetration butt joint with $5^{0/+1}$ mm depth and give a linear strength over 1 kN/mm corresponding to about 154 MPa for the analyzed welding sections. The welding strength is much than stress calculate in FEM analysis even in case of overloads caused by emergency situations (85.2 MPa).

With the final parameters, summarized in the WPS-EBW (2006)001, were welded two cold-plates that very soon will reach the ISS.

Keywords:

Aerospace; Al Mg Si alloys; aluminium alloys; cooling; EB welding; finite element analysis; mechanical properties; mechanical tests; plants; rockets; stress analysis.

* ENEA - Dipartimento FIM MAT TEC - CR CASACCIA Laboratorio Fascio Elettronico - Santa Maria di Galeria (RM).

** Thales Alenia Space - SCIENTIFIC INSTRUMENTS UNIT - Vimodrone (MI).

Introduzione

I processi di saldatura inducono irrimediabilmente deformazioni nei componenti saldati a causa dei fenomeni di riscaldamento della zona fusa (ZF) e del materiale limitrofo. Il livello di deformazione è direttamente correlato alle proprietà fisiche del materiale ed all'apporto termico.

Quest'ultimo è inversamente proporzionale alla densità di energia che la sorgente termica è in grado di erogare (concentrazione di energia).

Per grandi manufatti è l'abilità del saldatore, associata ad una corretta progettazione del giunto (preparazioni ad X, Narrow Gap, ecc.), che permette di mitigare e/o compensare le deformazioni indotte durante i processi di saldatura con tecnologie tradizionali (GMAW, SMAW e GTAW).

Su elementi speciali, dove le tolleranze ammissibili sono molto strette e la geometria del giunto obbligata, solamente il ricorso a tecnologie di saldatura speciali permette di realizzare manufatti entro limiti desiderati di deformazione. Le tecnologie ad alta concentrazione di energia permettono di realizzare profondità di saldatura elevate con basso apporto termico e ridotta ampiezza della ZF [1-3]. I principali procedimenti di saldatura ad energia concentrata, detti anche key-hole, sono di seguito riportati in ordine di densità di potenza erogabile: Electron Beam Welding, Laser Beam Welding e Plasma Arc Welding. Usualmente questo tipo di tecnologie vengono utilizzate per la produzione di grandi serie dove il procedimento, opportunamente calibrato, permette di realizzare il prodotto finito senza la necessità di ulteriori lavorazioni [4-6].

Nel caso in analisi, la saldatura EBW è indispensabile nella realizzazione di componenti aerospaziali su commessa che impongono l'accoppiamento di piastre a geometria complessa in lega di alluminio. Sul componente saldato sono possibili lavorazioni successive per recu-

perare eventuali distorsioni limitate ad un sovrametallo di 0.5 mm a fronte di una tolleranza dimensionale di planarità di 0.05 mm su una superficie di 488 x 392 mm².

Electron Beam Welding Equipment

L'impianto utilizzato per l'esecuzione delle saldature è situato nel centro ricerche ENEA - Casaccia di Roma in dotazione all'Unità "Tecnologie e processi di trattamento e rivestimento dei materiali" (FIM MAT TEC) ed è costituito dai seguenti componenti:

- Un cannone ad elettroni (Techmeta), modello CT4 con potenza massima di 50 kW e tensione massima d'accelerazione di 80 kV. Il funzionamento è in triodo a riscaldamento indiretto e condizioni di funzionamento sotto vuoto $10^{-5} \div 10^{-6}$ mbar. Il cannone è posizionato su un sistema di movimentazione che consente una traslazione (sull'asse Y) di 450 mm con velocità regolabili da 0.1 a 4 m/min.
- Una camera di saldatura di 1.3 m³ (dimensioni interne: lunghezza 1300 mm; larghezza 1000 mm; altezza 1000 mm) contenente il sistema di posizionamento e traslazione (sull'asse X) dei pezzi da saldare. La corsa utile della tavola porta-pezzi è

580 mm, con la possibilità di regolare la velocità da 0.1 a 4 m/min. Il vuoto nella camera durante la saldatura è di $10^{-3} \div 10^{-4}$ mbar ed il gruppo di pompaggio permette il suo raggiungimento in circa 3 minuti.

- Due bobine di focalizzazione del fascio alimentate e comandate elettronicamente da un generatore a c.c. regolabile da "0" a "5 A".
- Quattro bobine che consentono di deflettere la traiettoria del fascio nelle direzioni "X" e "Y" singole o combinate, con una frequenza massima di 2000 Hz e forme d'onda differenti che permettono di muovere il fascio in modo circolare, quadrangolare, ecc.
- Sistema CNC che controlla oltre ai parametri di saldatura la movimentazione degli assi X, Y e α (mandrino rotante).
- Sistema di acquisizione dati che permette di registrare i principali parametri di processo.

Nella Figura 1 è mostrato lo schema dell'impianto di saldatura.

Materiale

Il materiale delle cold plates è la lega di alluminio AA 6061 T651 con certificazione ed approvazione per l'impiego nel settore aerospaziale; la scelta di questo

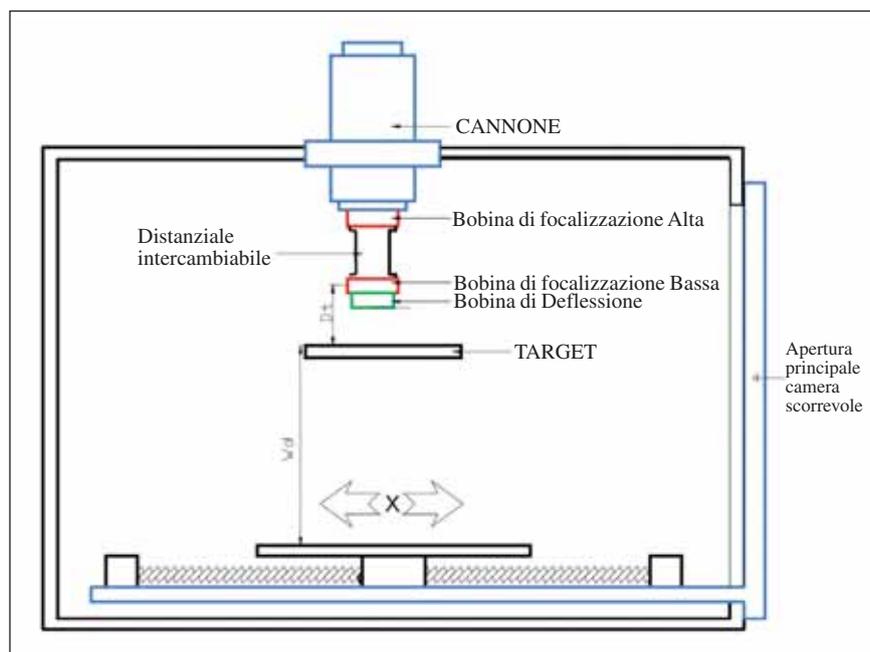


Figura 1 - Schema del set-up interno all'impianto fascio elettronico adottato.

TABELLA I - Composizione chimica percentuale prevista dalla AA e del materiale finale di saldatura e del campione di qualifica T3 AA 6061 T651.

		Mg	Mn	Zn	Si	Ti	Fe	Cu	Cr	Ga	Ni	Pb	V	Altro
AA	Min (%)	0.8			0.4			0.15	0.04	Ognuno Max 0.05				
	Max (%)	1.2	0.15	0.25	0.8	0.15	0.7	0.40	0.35	Total Max 0.15				
Lotto		0.93	0.11	0.04	0.59	0.031	0.29	0.28	0.20	104	0.00	20	67	0.00-

TABELLA II - Composizione chimica percentuale del materiale per la messa a punto del processo di saldatura e dei campioni di qualifica T1 e T2 AA 6082 T6.

	Sp	Mg	Mn	Zn	Si	Ti	Fe	Cu	Cr	Altro
AA	Min (%)	0.6	0.4		0.7					Ognuno Max 0.05
	Max (%)	1.2	1.0	0.20	1.3	0.10	0.5	0.10	0.25	Total Max 0.15

materiale è dovuta principalmente alla migliore conducibilità termica rispetto al più performante AA 7075 T7351 utilizzato invece per i componenti strutturali.

La composizione chimica del materiale di prova, fornito da Thales Alenia Space, è riportata nella Tabella I^(*) assieme alla composizione tipica del materiale secondo standard Aluminum Association (AA).

Tuttavia, vista la necessità di effettuare un numero sufficiente di test per la determinazione dei parametri ottimali, le prove preliminari per la messa a punto del processo di saldatura sono state effettuate su una lega sostitutiva, la AA 6082 T6 fornita da Thales Alenia Space in campioni con 3 differenti spessori. La Tabella II^(*) riporta la composizione tipica secondo AA di questa lega che, fatta eccezione per il contenuto di manganese, presenta dei limiti di composizione molto simili al materiale finale di saldatura e per il quale ci si attende un comportamento analogo in termini di geometria della giunzione.

TABELLA III - Caratteristiche meccaniche, tipiche dei materiali AA, utilizzati come materiali di prova.

Lega	ReH N/mm ²	Rm N/mm ²	A %
AA 6061 T651	276	310	12-17
AA 6082 T6	260	290-310	10

Anche in termini di caratteristiche meccaniche le due leghe sono molto simili con una maggiore duttilità da parte della lega AA 6061 T651 legata ai maggiori valori dell'allungamento a rottura che dovrebbe garantire una minore suscettibilità alla cricatura a caldo rispetto alla AA 6082 T6 (Tab. III).

Tipologia di giunto e campioni di saldatura

La giunzione da realizzare, schematizzata nella Fig. 2, può essere considerata una saldatura di sigillatura con una profondità di saldatura di 5 mm +/-1 mm. Per la messa a punto del processo sono stati impiegati campioni con dimensioni

100 x 200 x 5 mm con spigoli smussati a 45° come da disegno cold plate (Fig. 3).

Le prove di saldatura conclusive sono state eseguite su campioni 200 x 200 x 5 mm, sui quali è stato verificato anche l'effetto dell'introduzione della pasta termica all'interfaccia fra le due piastre. Per valutare la resistenza meccanica della saldatura è stato realizzato un campione (T3) utilizzando pezzi di lamiera certificata AA 6001 T651 di spessore 10 mm, larghezza circa 60 mm e lunghezza 100 mm. Dal campione sono stati ricavati 4 provini (T3A,B,C,D) per caratterizzazione meccanica mediante test di trazione.

^(*) Non decimali in ppm.

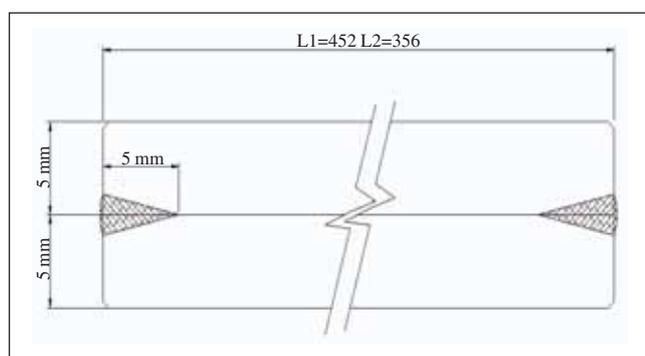


Figura 2 - Schematizzazione della tipologia di giunzione.



Figura 3 - Campione di saldatura tipico per la ricerca dei parametri di saldatura ottimali.

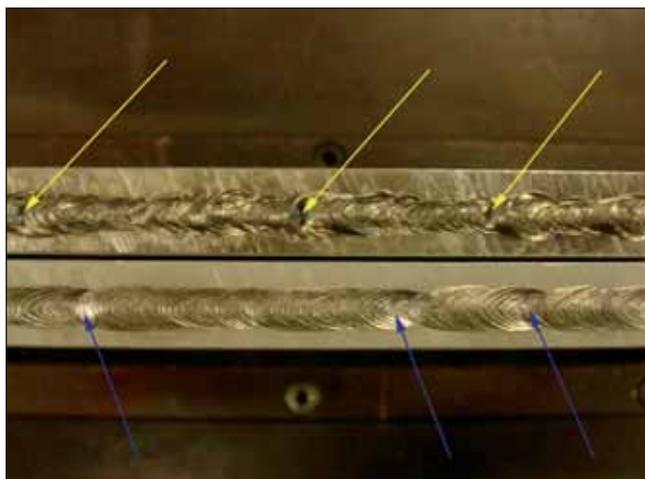


Figura 4 - Campioni 12-13: saldatura della lega AA 6082 T6 con corrente 60 mA e tensione 50 kV, velocità 2 m/min e focalizzazione 560: passata di penetrazione (frecce gialle); passata di lisciatura (frecce blu).



Figura 5 - RX del Campione 13.

Problematiche di saldatura

La saldatura EBW delle leghe di alluminio, in particolare di quelle ad elevato tenore di magnesio, comporta alcune problematiche che essenzialmente si riducono:

- Difetti superficiali;
- Porosità [7];
- Flash (ossia sviluppo di corto circuito fra catodo e “wehlnet” che genera un’ interruzione indesiderata del fascio d’elettroni).

Le saldature iniziali sono state effettuate con tensioni di accelerazione e velocità di processo relativamente elevate per ottenere la migliore efficacia di penetrazione con il minor apporto termico. Tuttavia, queste prove effettuate sulla lega AA 6082 T6 presentavano, già per profondità di penetrazione superiori a 2-3 mm, tutte e tre le problematiche sopra elencate.

Per escludere problemi legati allo stato delle superfici, i successivi campioni utilizzati per il set-up di processo sono stati decapati con soluzione di soda e successiva neutralizzazione in soluzione acida di HNO₃ seguita da lavaggio ed asciugatura. Il decapaggio però non ha fornito la

soluzione sperata. A titolo d’esempio sono riportati i primi risultati sulle passate di saldatura 12 e 13. Come ben evidente dalla Figura 4, le saldature effettuate con potenze in grado di raggiungere penetrazioni nell’ordine di 5-6 mm presentano una forma irregolare con allargamenti del bagno di fusione in corrispondenza di zone con porosità affioranti (Campione 12). La passata di lisciatura effettuata con minore potenza e maggiore defocalizzazione, pur migliorando note-

volmente l’aspetto superficiale, non fa altro che occultare le porosità residue (Campione 13) (Fig. 5). Un notevole miglioramento dell’aspetto superficiale e la riduzione delle porosità sono stati ottenuti impiegando la deflessione del fascio con frequenza di 2000 Hz ed una riduzione della velocità di passata da 2 a 1.5 m/min (Fig. 6). Il rimesscolamento, associato alla minore velocità di processo, permette ai vapori sviluppati di abbandonare il materiale fuso prima della sua solidificazione.

La saldatura presenta incisioni marginali che

sono completamente eliminate dalla successiva passata di lisciatura. Tuttavia, la RX relativa al Campione 18 mostra porosità visibili solamente nei primi millimetri di penetrazione corrispondenti al materiale rifuso durante la lisciatura effettuata senza deflessione (Fig. 7). Tale indicazione ha portato a modificare i parametri del processo di lisciatura, introducendo anche per questa la deflessione del fascio e la riduzione della defocalizzazione.

A differenza del problema dell’aspetto superficiale e delle porosità, molto più difficile è stato risolvere il problema dei flash. Infatti, l’impiego della deflessione se da un lato elimina la formazione delle porosità dall’altro libera all’interno della camera di vuoto una maggior quantità di vapori metallici che aumentano il rischio di flash. Per la soluzione di questo tipo di problema sono state considerate strade complementari.

1. Riduzione della quantità di vapori che risalgono verso il cannone inserendo schermi di tipo meccanico.

2. Incremento della distanza fra “wehlnet” e catodo che introduce uno spazio dielettrico maggiore.

3. Riduzione della tensione di accelerazione.

1. Riduzione della quantità di vapori che risalgono verso il cannone inserendo schermi di tipo meccanico.

2. Incremento della distanza fra “wehlnet” e catodo che introduce uno spazio dielettrico maggiore.

3. Riduzione della tensione di accelerazione.

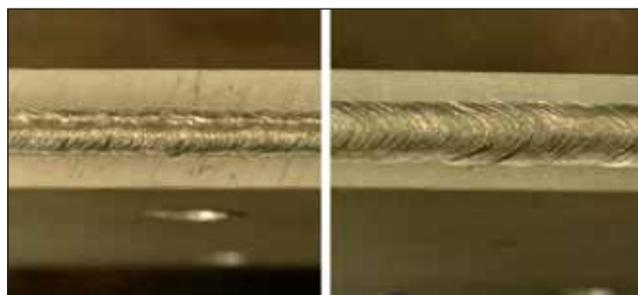


Figura 6 - Campioni 17 e 18: saldatura della lega AA 6082 T6 con deflessione circolare 2 kHz, corrente 50 mA, tensione 50 kV, velocità 1.5 m/min, focalizzazione 410; saldatura con deflessione circolare 2 kHz, corrente 50 mA, tensione 50 kV, velocità 1.5 m/min seguita da lisciatura 60 mA, tensione 50 kV, defocalizzazione 610 ed assenza di deflessione.



Figura 7 - RX del Campione 18.

TABELLA IV - Parametri di saldatura definitivi AA 6061 T651.

ID	Step	T [kV]	I [mA]	V [m/min]	Focalizzazione	Deflessione			
						Tipo	S1	S2	Frequenza [Hz]
T3	1	45	70	1.5	420		0.8	1.2	2000
	2	35	60	1.2	610		0.8	1.2	2000

L'inserimento degli schermi meccanici e l'aumento della distanza catodo-wehlnet sono stati in grado di ridurre ma non eliminare il problema dei flash. La soluzione definitiva al problema dei flash è stata la riduzione della tensione di accelerazione da 50 a 45 kV.

Saldatura dei campioni in AA 6061 T651

La saldatura definitiva è effettuata mediante una prima passata che produce la saldatura profonda e una seconda passata di lisciatura. Entrambe sono eseguite con deflessione del fascio in modo da evitare la formazione di porosità. I parametri di saldatura sono riassunti nella Tabella IV.

Per valutare la profondità di saldatura sono state eseguite le prime prove su un campione 10 x 50 x 100. La rifusione, Figura 8, simula il giunto finale e presenta una profondità di saldatura di 5.85 mm ed una larghezza media della passata di penetrazione di 2.5 mm. La passata di lisciatura conferisce un aspetto superfi-

ciale eccellente, ha una larghezza di circa 6 mm ed una profondità di 2.5 mm.

Valutazione della resistenza a rottura del saldato

Per la valutazione della resistenza della saldatura sono stati eseguiti test di durezza e test di trazione.

Le prove di durezza sono state effettuate sul campione di rifusione ottenuto effettuando il cordone sul fianco di una lamiera di 10 mm che simula l'accoppia-

mento di due lamiere da 5 mm.

Sul campione sono stati rilevati due profili di durezza, uno orizzontale ed uno verticale, con un carico di 500 g ($HV_{0.5}$). Nella Figura 9 sono riportati i profili di durezza orizzontale e verticale. Dai grafici è possibile osservare il "softening" che la lega subisce in ZF con una riduzione che va da 103 $HV_{0.5}$, tipico per la AA 6061 T6, fino a 55 rilevata nella zona rifusa sia dalla passata di penetrazione sia da quella di lisciatura. In particolare, il grafico dell'andamento della durezza verticale riporta come nei primi

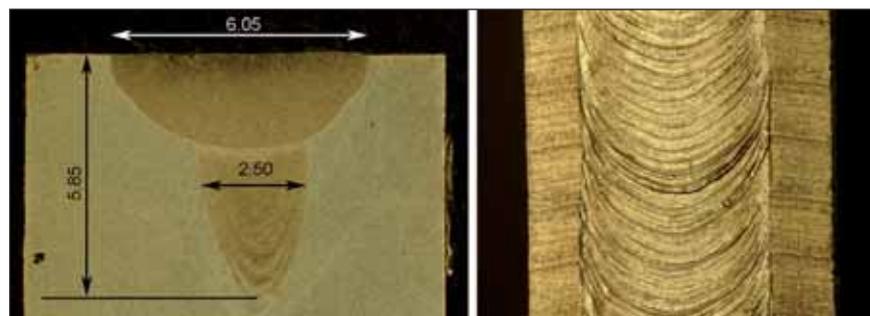


Figura 8 - A sinistra la macrografia della rifusione effettuata su campione in AA 6061 T651; a destra l'aspetto superficiale.

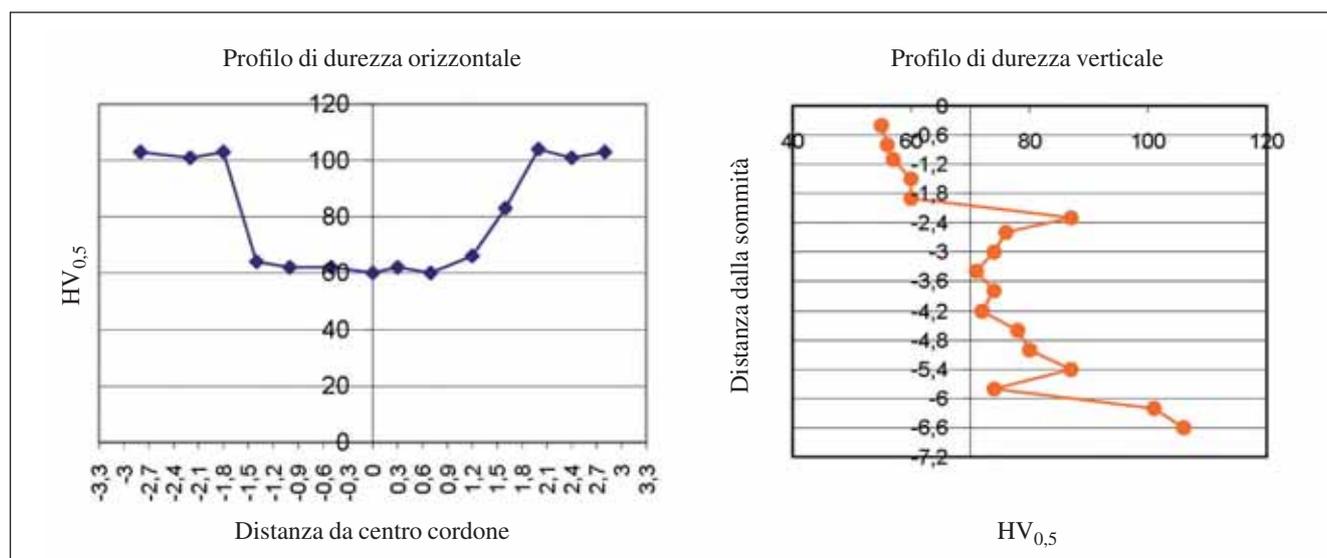


Figura 9 - Schema dei profili di durezza.

2 mm, dove la doppia rifusione porta ad una maggiore perdita di elementi di lega, quali magnesio e zinco, induca durezza inferiori a 60 HV_{0,5}. La zona fra i 2 ed i 5.85 mm mostra durezza ridotte ma superiori a 70 per poi ritornare a valori tipici della lega AA 6061 T651 superiori ai 100 HV_{0,5}. Considerando la correlazione diretta che esiste fra il valore della durezza e la resistenza a trazione, questo anticipa i risultati attesi dai test di trazione indicando che la resistenza in ZF sarà compresa fra il 55 ed il 60% della resistenza a trazione del materiale base. Per la valutazione della resistenza meccanica del giunto, sono stati realizzati 4 provini (T3A, T3B, T3C e T3D) sottoposti a prove di trazione.

L'analisi visiva sui campioni ha evidenziato che nella configurazione di prova, giunto testa a testa a parziale penetrazione, si ha un'elevata suscettibilità alla cricatura.

Le cricche a caldo sono dovute alla perdita di elementi di lega ed all'ampliamento dell'intervallo di solidificazione generato dall'estrema severità del processo di saldatura a fascio elettronico. Tuttavia, l'altro elemento essenziale alla formazione delle cricche a caldo è la generazione di elevate tensioni di ritiro. La Figura 10 schematizza la differenza sostanziale fra le condizioni di vincolo e autovincolo nel caso della saldatura di testa a parziale penetrazione e la saldatura di sigillatura su lamiere relativamente sottili.

In particolare, mentre nel primo caso sia il vincolo che l'autovincolo, generato dal materiale circostante non fuso, impediscono il libero ritiro ed inducono elevate tensioni interne al cordone di saldatura, nella configurazione reale del giunto l'ostacolo al ritiro del cordone è dovuto essenzialmente all'autovincolo del materiale non fuso circostante, che tuttavia è una porzione relativamente limitata ed oppone poca resistenza, indu-

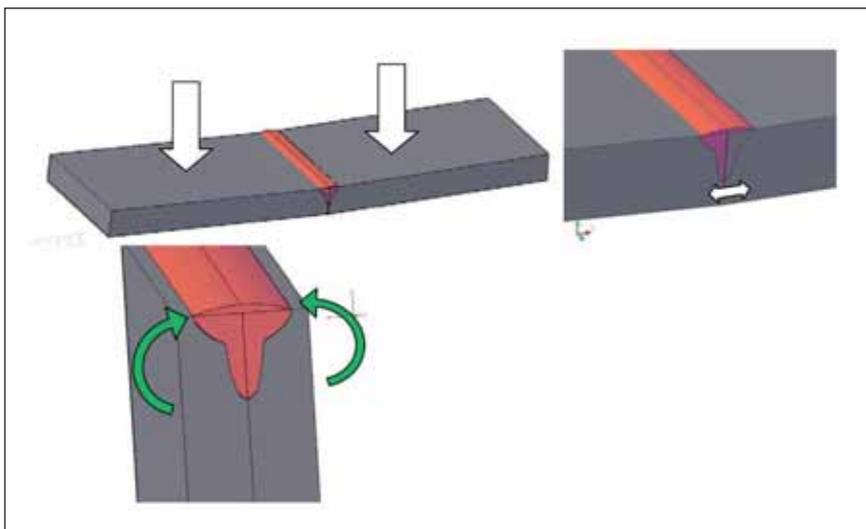


Figura 10 - Schematizzazione della differente condizione di autovincolo per la giunzione di prova e la giunzione reale.

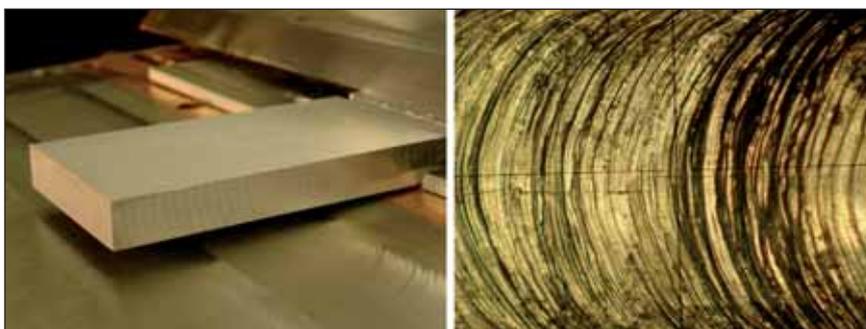


Figura 11 - Deformazione indotta dalla saldatura a parziale penetrazione dopo la rimozione del vincolo ed osservazione al microscopio della microcricca longitudinale che si genera sulla saldatura T3j.

cendo in tal modo limitate tensioni interne nel fuso, con la conseguente riduzione della suscettibilità alla formazione di cricche da solidificazione.

Le cricche sono state infatti evidenziate solamente per i campioni saldati per le prove meccaniche, come mostrato nella Figura 11, ma mai sulla geometria reale del giunto.

I campioni saldati, pur con la presenza di microcricche, sono stati sottoposti a prove di trazione con velocità di deformazione costante per valutare la resi-

stenza delle saldature e fornire al progettista una resistenza ammissibile. Nella realtà la sollecitazione, considerata l'asimmetria dei provini, non corrisponde ad una semplice trazione ma si tratta di una sollecitazione composta con una tensione equivalente maggiore. Visto che il componente non sarà soggetto a cicli di fatica, il dato ottenuto dalle prove di trazione, anche in presenza di difetti, può essere utilizzato per la verifica strutturale del componente.

Le prove meccaniche hanno evidenziato

TABELLA V - Risultati a trazione sul campione T3 e aspetto dell'area di frattura.

Id	Larg. [mm]	Penet. Media [mm]	Carico Massimo [N]	RM [MPa]	RM x mm [N/mm]	η
T3A	18.5	6.7	21318.09	172.0	1152.329	0.55*
T3B	18.3	6.25	21550.55	188.4	1177.626	0.61*
T3C	18.5	6.45	20793.71	174.3	1123.984	0.56*
T3D	18.32	6.4	19444.65	165.8	1061.389	0.53*

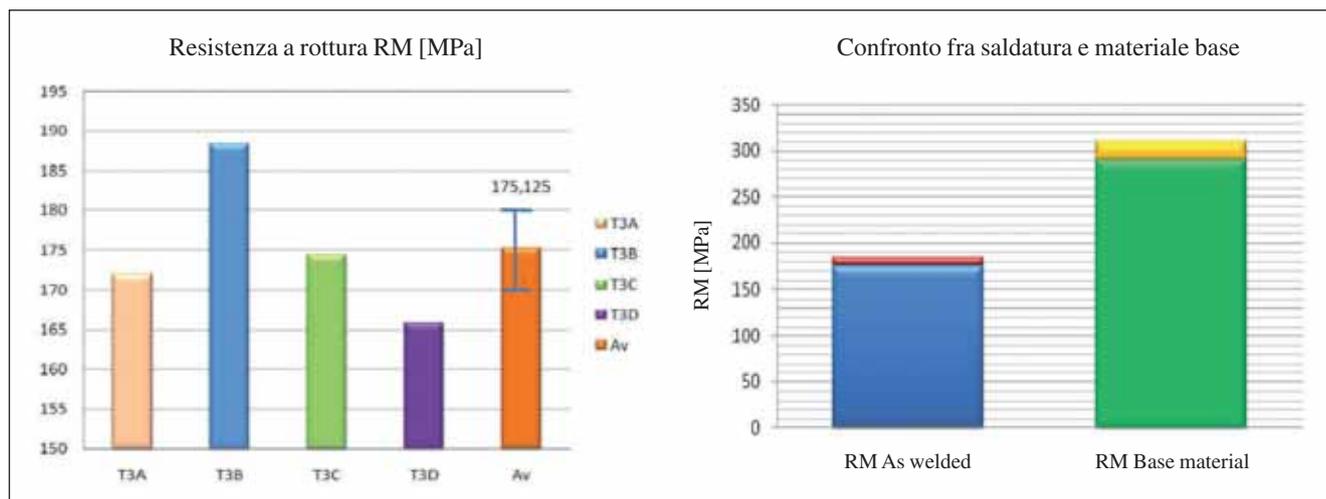


Figura 12 - Grafici di confronto della resistenza.

una ripetibilità molto elevata. I risultati sono riportati nella Tabella V^(*). Tutti i provini hanno raggiunto un carico di rottura superiore a 19 kN. Il carico a millimetro lineare, che per l'applicazione in esame è più rappresentativo, ha superato per tutte le prove i 1000 N/mm.

Il rendimento di saldatura, definito come rapporto fra la resistenza meccanica a rottura del saldato rispetto al valore massimo di riferimento per la lega AA 6061 T651 (310 MPa), è risultato mediamente del 56% in accordo con quanto previsto dalle prove di durezza (Fig. 12). Considerando un rendimento medio del 56% può essere ipotizzato un carico ultimo in saldatura non superiore

a 154 MPa. L'andamento tipico delle curve di carico presenta un flesso iniziale dovuto al raddrizzamento del provino. Nel diagramma permane comunque un andamento lineare nella zona che va da circa 4000 N fino a 19000 N ad indicare un comportamento elastico. Solamente dopo aver superato i 20000 N è possibile apprezzare una variazione costante della pendenza della curva che porta il campione a rottura.

Saldatura di componenti con presenza di pasta termica

Per garantire uno scambio termico ottimale fra la serpentina di raffreddamento e le due parti della cold plate Thales Alenia Space, si inserisce all'interfaccia fra i componenti una speciale pasta termica. Per verificare che questo componente, estraneo al materiale da saldare, non inter-

ferisca con il corretto svolgimento delle operazioni di saldatura, vaporizzandosi in condizioni di vuoto o alterando la metallurgia della giunzione, sono state eseguite prove per valutare i due seguenti aspetti:

1. Influenza del gap generato dall'interposizione del film di pasta termica.
2. Stabilità termica sotto vuoto.

La pasta termica è a base di argento ed ha una stabilità termica da -50 a 130 °C ma può raggiungere temperatura di picco superiore a 180°. Quindi si deve posizionare ad una certa distanza dalla zona di saldatura in modo da evitare che possa interferire con il bagno fuso e/o danneggiarsi.

Per la valutazione di questi fattori è stato saldato un simulacro 200 x 200 realizzato con due piastre di AA 6082 T6 spesse 5 mm con i parametri definitivi di processo equivalenti a quelli di T3. Sul simulacro è stata inserita una quantità di pasta termica superiore alla norma a distanze variabili da circa 30 a circa 10 mm dal bordo di saldatura (Fig. 13). La saldatura è stata effettuata con passaggi successivi in modalità semiautomatica. Tutti e quattro i lati del provino hanno presentato un ottimo aspetto superficiale finale ed assenza di flash. Come mostrato dalla Figura 14, il simulacro non mostra deformazioni apprezzabili di saldatura, tipiche per processi di saldatura tradizionale.

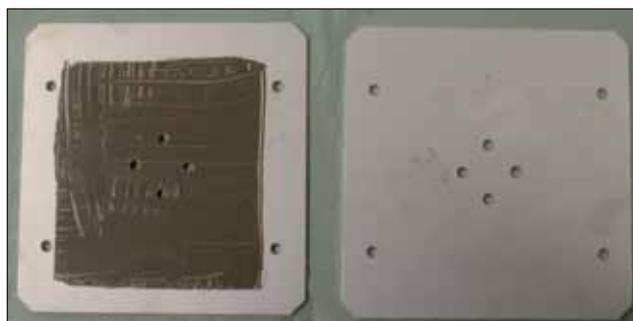


Figura 13 - Simulacro 200 x 200 con pasta termica a distanza variabile dal bordo.



Figura 14 - Aspetto delle saldature del simulacro 200 x 200 AA 6082 T6.

(*) Il rendimento di saldatura è stato calcolato riferendosi alla resistenza tipica AA pari a 10 MPa.

Verifica agli elementi finiti e condizioni di sollecitazione massima

Le sollecitazioni a cui è sottoposto il componente riguardano fondamentalmente il peso proprio e di eventuali elementi ad esso collegati.

Tuttavia va considerato che è un oggetto che verrà lanciato in orbita tramite Shuttle ed allo stesso modo rientrerà a terra. Rispetto alle condizioni stazionarie in orbita, le sollecitazioni maggiori si verificano proprio nelle fasi di lancio, di atterraggio e di emergenza. La verifica strutturale in queste condizioni garantisce l'integrità strutturale nelle condizioni normali di esercizio. A titolo di esempio nella Tabella VI sono riportati i carichi in termini di accelerazioni gravitazionali di cui si deve tenere conto nella verifica strutturale del componente e della saldatura.

L'analisi agli elementi finiti, effettuata da Thales Alenia Space mediante software I-DEAS, ha portato all'analisi delle tensioni sull'intera cold plate ed in particolare al cordone di saldatura come mostrato nella Figura 15. Questo tipo di analisi è stata effettuata sia in condizioni di lancio/atterraggio sia in condizioni di emergenza, in quanto devono essere tenuti in considerazione differenti coefficienti di sicurezza che sono rispettivamente di 2.4 ed 1.2.

La Tabella VII riassume i livelli di sollecitazione massimi rilevati in corrispondenza del cordone saldato e della cold plate mettendo in evidenza che i fattori di sicurezza calcolati sono tutti abbondantemente al di sopra di quelli ammissibili.

Conclusioni

Dopo un approfondito studio si ritiene che i parametri utilizzati per il campione T3 siano in grado di garantire la profon-

TABELLA VI - Carichi inerziali massimi applicati in condizioni di lancio, atterraggio ed emergenza.

Regime di Volo	Fattori di carico inerziali [g]		
	Nx	Ny	Nz
Lancio	+/- 6.0	+/- 3.4	+/- 6.3
Atterraggio	+/- 6.5	+/- 2.5	+/- 12.5
Atterraggio di emergenza	+20 -3	+/- 3.3	+ 10 -4.4

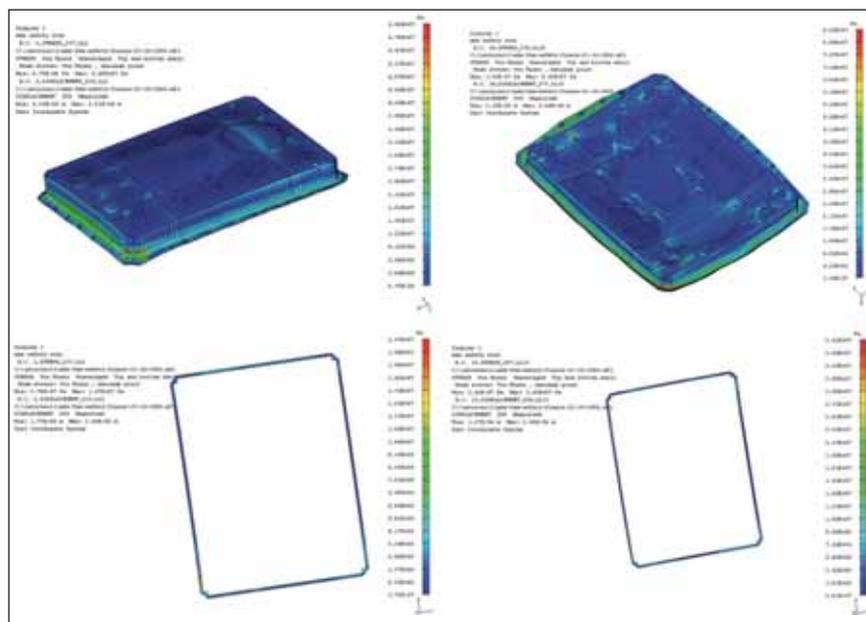


Figura 15 - Analisi FEM con software I-DEAS 11nx: a sinistra in condizioni di decollo/atterraggio; a destra in condizioni di emergenza.

dità di penetrazione richiesta di 5 mm +/- 1 mm con una resistenza lineare di circa 1 kN/mm. Va considerato che la saldatura EBW avviene senza materiale d'apporto, per cui se da un lato raggiunge buoni livelli di resistenza dall'altro può presentare una maggiore suscettibilità alla cricatura a caldo rispetto alle tecnologie tradizionali che compensano la perdita di elementi di lega con l'utilizzo di adeguati materiali d'apporto. Una dimostrazione di questo effetto è l'andamento del diagramma orizzontale delle durezza che a diffe-

renza del profilo a W, con indurimento in ZF e "softening" maggiore in ZTA, mostra un "softening" quasi uniforme sia per ZTA sia per ZF.

Secondo l'Eurocodice 9: UNI ENV 1999-1-1, il progettista deve tener conto di un fattore di addolcimento tipico dei processi TIG e MIG per le leghe della serie 6xxx, deve essere considerato rispettivamente del 50 e 65% della resistenza, nello stato di fornitura T6. Se confrontato con il valore del 56% determinato sperimentalmente con la saldatura EBW, questo è in linea con i proce-

TABELLA VII - Riepilogo dello stato tensionale massimo calcolato agli elementi finiti e dei corrispondenti fattori di sicurezza.

Regime di Volo	Tensioni di Von Mises massime [MPa]		Fattori di sicurezza FS		
	Saldatura	Cold Plate	Saldatura	Cold Plate	Ammiss.
Lancio/atterraggio	16.7	60.8	9	4.76	2.4
Emergenza	36.2	85.2	4.25	3.4	1.2
Rm	154	289.6			



Figura 16 - Sequenza di saldatura delle cold plates; a destra il particolare dell'aspetto del cordone di saldatura.

dimenti tradizionali, tuttavia mentre l'ampiezza della ZTA con le tecniche tradizionali per spessori da 0 a 6 mm deve essere valutata in non meno di 20 mm, zona di "softening", con il processo EBW questa zona si riduce a non più di 1 mm [8].

L'ulteriore vantaggio risiede nell'apporto termico specifico di soli 1.26 kJ/cm contro gli 8-12 kJ/cm necessari con le tecniche tradizionali, che induce di conseguenza il minimo livello di deformazione possibile [1-4].

La formazione di cricche a caldo è stata osservata principalmente sui giunti per le prove meccaniche, realizzate in condizioni geometriche di autovincolo (vincolo del materiale solido adiacente alla zona fusa) profondamente differenti dalla tipologia di giunto reale (Fig. 10). Infatti, il giunto testa a testa a parziale penetrazione, anche se lasciato libero da vincoli esterni, definisce un autovincolo elevato della saldatura, questo genera un forte ritiro angolare ed allo stesso tempo forti tensioni residue nella parte superiore del giunto.

Sul giunto di sigillatura l'autovincolo sulla sommità della saldatura è molto limitato ed inoltre la passata di lisciatura distende le tensioni residue accumulate durante la prima passata di penetrazione. Infatti, il materiale solido che rimane intorno alla saldatura ha un volume molto ridotto per cui diviene "flessibile" e ciò permette di ridurre le tensioni residue all'interno del giunto saldato e il rischio di criccatura a caldo. Questo è stato dimostrato sperimentalmente

grazie alla saldatura di numerosi simulacri in AA 6082 T65 ed è stato confermato dalle rifusioni su AA 6061 T651, che riproducono condizioni simili alla saldatura della cold plate, sulle quali non sono state mai osservate cricche.

Va considerato che i campioni portati a trazione sono stati sollecitati in modo più critico rispetto alla sollecitazione di sforzo normale puro in quanto, essendo il campione saldato per circa la metà del suo spessore, il giunto era in condizioni di sforzo normale eccentrico (trazione + flessione). La tensione maggiore agisce

sul lato interno (radice della saldatura) dov'è comunque presente un invito a rottura, in aggiunta il raddrizzamento iniziale del provino tende all'apertura delle cricche sul dritto della saldatura. Per questo motivo è plausibile considerare il carico statico di rottura di 1 kN/mm mostrato dalle prove T3 ampiamente cautelativo rispetto alla resistenza del giunto di sigillatura reale. Inoltre, considerata l'assenza di sollecitazioni periodiche che possano indurre sforzi di fatica, anche in condizioni di emergenza, l'analisi FEM ha mostrato

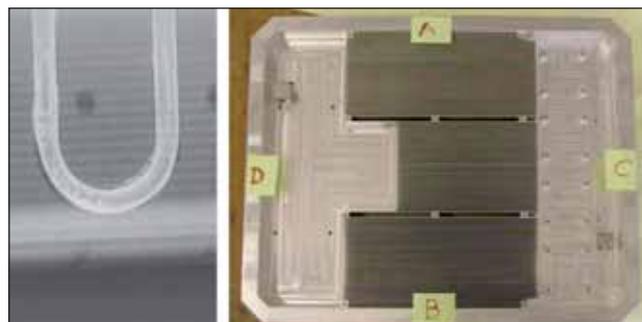


Figura 17 - Cold plate SN 001 con identificazione dei tratti radiografati; a sinistra una visione radiografica dell'interno dov'è possibile apprezzare la serpentina in AISI 304 contornata dalla pasta termica. La zona di saldatura non evidenzia difetti apprezzabili.

Bibliografia

- [1] «Notes on power efficiency in welding», Doc. IIW- 1840-07 - Rivista Italiana della Saldatura, 2/2008, pp. 253-256.
- [2] «Electron Beam Welding as an Alternative to Pulsed TIG Welding for Aircraft Heat Exchangers», Materials World, Vol. 10 no. 8, p. 49, August 2002.
- [3] «Focusing of High density energy beams», Welding in the World, Vol. 39 n. 4, 1997, pp. 172-178.
- [4] Thomas W. Eagar: «Energy Sources Used for Fusion Welding», ASM METALS HANDBOOK, Vol. 6.
- [5] Stone H.J., Roberts S.M., Reed R.C.: «A Process Model for the Distortion Induced by the Electron-Beam Welding of a Nickel-Based Superalloy», Metallurgical and Materials Transactions A, Volume 31, Settembre 2000.
- [6] Sanderson A., Punshon C.S., Russell J.D.: «Advanced welding processes for fusion reactor fabrication», Fusion Engineering and Design, 49-50 (2000), pp. 77-87.
- [7] Fujii H., Umakoshi H., Aoki Y., Nogi K.: «Bubble formation in aluminium alloy during electron beam welding», Journal of Materials Processing Technology, 155-156 (2004), pp. 1252-1255.
- [8] Progettazione delle strutture in alluminio: EUROCODICE 9 UNI ENV 1999-1-1:2002, pp. 47-49.

come il giunto saldato garantisce ampi fattori di sicurezza. Infine, l'impiego della tecnologia EBW evita problemi di stabilità della pasta termica in quanto il riscaldamento delle zone adiacenti al cordone di saldatura è molto limitato.

Saldatura della cold plate

In accordo con la WPS-EBW (2006)1_Rev0, che sintetizza i parametri e le modalità di esecuzione della saldatura, sono state saldate due cold plates. La sequenza di saldatura utilizzata è mostrata nella Figura 16 ed è stata preventivamente testata su un simulacro in AA 6082 T6. Questa sequenza è stata preferita in quanto consente di distribuire in modo più omogeneo la deformazione che, se pur minima, il processo induce sul componente.

Le piastre si presentavano ben accoppiate, il gap può essere ritenuto praticamente inesistente su tutto il perimetro di saldatura.

L'esame visivo dell'intero cordone di saldatura, come per i simulacri, mostra delle imperfezioni di raccordo del bagno di fusione essenzialmente sui 4 spigoli a 45°.

L'analisi radiografica non ha mostrato difettosità degne di nota (Fig. 17).



Giuseppe BARBIERI, laureato con lode in Ingegneria Meccanica all'Università della Calabria nel 1997, nel 2002 consegue il titolo di dottore di ricerca in Ingegneria delle Macchine presso il Politecnico di Bari. Dal 1999 è ricercatore ENEA della sezione "Tecnologie di trattamento e rivestimento dei materiali". Nel 2005 consegue il diploma di EWE, attualmente è referente dei laboratori Laser (CR Trisaita) e Fascio Elettronico (CR Casaccia) ed è esperto di processi di saldatura ad alta densità di energia ed ibridi (laser-arco). Dal 2009 è membro del Comitato di Certificazione del RINA.



Massimo MONCADA, laureato in Ingegneria Meccanica presso l'Università degli Studi "Roma Tre". Da Giugno 2000 lavora presso il CR ENEA Casaccia nella sezione "Tecnologie e processi di trattamento e rivestimento dei materiali". La sua attività riguarda lo studio di fattibilità, la messa a punto e la validazione di metodi di giunzione basati sull'impiego di sorgenti ad alta densità di energia (EBW e LBW). Ha partecipato alle attività di numerosi progetti di ricerca (PALES, ALAS, SINAVE, ENVIROALISWATH) finanziati dal MIUR, studiando la possibilità di applicazione delle tecnologie HDE nel settore dei trasporti.



Antonella SGAMBATI, laureata con lode in Ingegneria Aeronautica -indirizzo spazio- presso l'Università Federico II di Napoli. Nel 2006 ha vinto un Master in General Management mediante il programma di formazione Finmeccanica. Attualmente è Project Engineer presso lo Scientific Instrument Department in Thales Alenia Space Italia (Milano) e si occupa dello sviluppo tecnologico di strumenti per satellite scientifici e payload della scienza della vita. Responsabile dello sviluppo del design, manufacturing e test di esperimenti scientifici a bordo della International Space Station, Shuttle, Foton, Soyuz, Progress e analisi dei requisiti di interfaccia NASA/ESA. Come Project Engineer è coinvolta nelle attività sul programma MDS (Mice Drawer System) nell'ambito ASI/NASA per studiare l'efficacia di additivi per la cura dell'osteoporosi.

Cosa sono i TLV ?

I TLV (Threshold Limit Value / Valore limite di soglia), sono i valori limite di esposizione a sostanze ritenute pericolose disperse nell'aria, elaborati dall'Associazione degli Igienisti Americani (ACGIH) e generalmente espressi in parti per milione. Al di sotto di tali limiti è possibile rimanere esposti senza alcun effetto negativo per la salute; non è comunque da escludere che alcuni individui particolarmente sensibili ad un dato elemento possano comunque riportare danni. Più il TLV è basso e più una sostanza è pericolosa.

Gli Igienisti americani, al fine di avere una migliore classificazione dei rischi derivanti dalle sostanze inquinanti, hanno suddiviso i TLV in tre categorie:

TLV-TWA (time-weighted average): E' il valore limite degli inquinanti presenti nell'aria per un'esposizione prolungata (8 ore al giorno per 40 ore a settimana).

TLV-STEL (short-term exposure limit): E' il valore limite degli inquinanti per esposizioni occasionali di breve durata (massimo 15 minuti consecutivi e non più di 4 esposizioni nelle 24 ore).

TLV-C (ceiling): E' il valore limite massimo. Rappresenta quella concentrazione che non deve essere mai superata, neppure per un istante.



L'utile è facile.

Scopritelo alla terza edizione di MCM.

Mostra Convegno Internazionale della
Manutenzione Industriale.

Veronafiere 20-22 ottobre 2009

www.mcmonline.it

www.mecforpack.it

BOLOGNA

12-13 novembre 2009

Quartiere Fieristico

materiali innovativi

componentistica

elettronica • mecatronica

tecnologie

engineering

meccanica di precisione

MEC FOR PACK

Meccanica di Precisione, Materiali Innovativi, Engineering & Tecnologie, Elettronica, Componentistica per Macchine Automatiche e Sistemi di Confezionamento

The best ideas on "pack" engineering.



BolognaFiere

Segreteria organizzativa

MEC FOR PACK Piazza Costituzione 6 • 40128 Bologna, Italia

tel. +39 051 282 111 • fax +39 051 6374014 • mecforpack@bolognafiere.it

Effetto delle dimensioni del cordone di saldatura sulla resistenza a fatica dei giunti a croce

B. Atzori *
G. Demelio **
B. Rossi *



Sommario / Summary

La scelta della dimensione da assegnare al cordone di saldatura nel caso di giunzioni saldate a croce può presentarsi problematica, specie quando gli spessori delle lamiere che formano il giunto sono differenti tra loro.

Le normative di tipo tecnologico suggeriscono in genere di prevedere uno spessore del cordone di saldatura inferiore al minimo spessore delle lamiere da collegare, mentre le normative di tipo strutturale non prevedono una dipendenza della resistenza del giunto, sia statica che a fatica, dalle dimensioni del cordone di saldatura, a meno che queste non siano tanto ridotte da portare a rotture che si inneschino e si propagano non più nella lamiera base ma nel cordone di saldatura.

Scopo del presente lavoro è l'analisi, teorica e sperimentale, della variazione della resistenza a fatica al variare del rapporto tra lo spessore del cordone di saldatura e quello minimo delle lamiere da saldare.

.....
The choice of the proper weld size for cruciform joints can be a critical topic especially in case of different thicknesses of the welded plates.

According to technological recommendations the size of the weld bead should not exceed the thickness of the thinnest plate. On the other hand, design standards do not suppose the joint static and fatigue resistance to be dependent on the weld size provided that it is thick enough to avoid the failure of the weld itself instead of the failure of the welded plate.

The aim of this work is to study, both from a theoretical and an experimental point of view, the effect of different weld sizes on the fatigue resistance of cruciform joints.

Keywords:

Comparisons; cruciform joints; data; dimensions; fatigue loading; fatigue strength; fatigue tests; influencing factors; mathematical models; plate; standards; theoretical investigations; thickness; weld shape.

* Dipartimento di Ingegneria Meccanica - Università di Padova.

** Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Gestionale - Politecnico di Bari.

I. Introduzione

È noto che, nel caso di giunti a croce portanti saldati con filetti d'angolo, dovrebbe essere sufficiente uno spessore del cordone di saldatura pari alla metà dello spessore della lamiera a cui è applicato il carico per ristabilire la resistenza della lamiera stessa. Nella pratica applicativa non è però infrequente il caso di cordoni di saldatura di dimensioni maggiori, sia perché espressamente previsti, per evitare il rischio di rotture per fatica che si innescano alla radice del cordone di saldatura e si propagano attraverso il cordone di saldatura stesso (molto più insidiose di quelle che si innescano al piede del cordone di saldatura e si propagano nel materiale base), sia anche non previsti, ma conseguenza delle modalità di saldatura adottate. Le normative per la progettazione delle strutture in acciaio (in particolare l'Eurocodice 3 [1], la CNR-UNI 10011 [2], la DIN 15018 [3], nonché le Raccomandazioni dell'International Institute of Welding [4]) non fanno dipendere la previsione della vita a fatica di un giunto saldato dalle dimensioni del cordone di saldatura, tranne nel caso in cui questo non sia tanto ridotto da portare ad una maggiore criticità della radice del cordone di saldatura rispetto a quella del piede, con conseguente possibile cedimento del cordone e non della lamiera base.

Scopo del presente lavoro è l'analisi, sia

teorica che sperimentale, dell'influenza dello spessore del cordone di saldatura sulla resistenza a fatica dei giunti saldati a croce, onde chiarire se il non tenerne conto, da parte delle normative di progettazione, sia giustificato o rappresenti invece un errore da correggere.

2. Analisi teorica

Le normali tecnologie di saldatura portano alla formazione di un cordone di saldatura che si raccorda con la lamiera base in maniera brusca, con raggi di raccordo di entità molto limitata (dell'ordine dei decimi di millimetro) ai quali corrisponde un effetto di intaglio molto elevato, al contrario di quanto avviene con tecnologie o procedimenti particolari, atti ad aumentare questo raggio di raccordo, rendendolo più dolce (dell'ordine di alcuni millimetri) e riducendo così l'effetto di intaglio, con conseguente aumento della resistenza a fatica. È stato evidenziato da tempo come, nel caso delle tecnologie di saldatura normali, la resistenza a fatica sia determinata dal campo di tensione che si ha in prossimità del piede del cordone di saldatura (poco dipendente dal valore del raggio di raccordo, purché piccolo) e non dal picco valutato in campo lineare elastico, molto dipendente invece dal raggio di raccordo [5, 6]. Tale campo di tensione presenta un andamento esponenziale, analogo a quello che si ha in prossimità di una cricca nel caso della meccanica della frattura, ma con un esponente diverso, non più pari a 0.5 ma dipendente dall'ampiezza dell'angolo formato dal cordone di saldatura con la lamiera base. Nel caso di un cordone simmetrico rispetto alle due lamierie disposte ortogonali, con un'inclinazione

di 45° rispetto a ciascuna lamiera e quindi con angoli di apertura dell'intaglio pari a 135° , l'esponente risulta pari a 0.326, in analogia a quanto trovato da Williams [7] per gli intagli acuti con uguale angolo di apertura.

L'approccio che studia le capacità di resistenza a fatica delle strutture saldate basandosi su questi concetti, denominato NSIF (Notch Stress Intensity Factor), è stato sviluppato e formalizzato da diversi autori [8-20]. In particolare, Lazarin e Tovo [13] lo hanno applicato all'analisi teorica dei giunti saldati a croce, giungendo ad esplicitare l'intensità del campo di tensione locale in funzione della forma del giunto, cioè, con riferimento alla Figura 1, ai rapporti T/t tra gli spessori delle lamierie e b/t tra il piede del cordone di saldatura e lo spessore t della lamiera soggetta al carico.

Infatti, per i giunti saldati, una conveniente espressione del parametro ΔK_I^N , range $K_I^{N_{max}}-K_I^{N_{min}}$ del fattore di intensificazione delle tensioni di intaglio di modo I, che descrive l'intensità del campo di tensione locale risulta essere:

$$\Delta K_I^N = k_I \cdot \Delta \sigma \cdot t^{0.326} \quad (1)$$

dove k_I è un coefficiente adimensionale che dipende dalla geometria delle parti collegate e del cordone di saldatura stesso ma non dalle loro dimensioni assolute, $\Delta \sigma$ è il range di tensione nominale applicata, t è lo spessore del piatto principale caricato, 0.326 è l'esponente valido, come accennato poc'anzi, nell'ipotesi di cordone di saldatura schematizzato come intaglio con angolo di apertura 135° (caso tipico di cordone d'angolo). L'utilizzo di un parametro locale quale il fattore di intensificazione delle tensioni di intaglio di modo I ha permesso di introdurre, per giunti con cordoni d'angolo e rottura a piede cordone, un'unica banda di dispersione unificata (Fig. 2, [21]), che esprimendo i punti sperimentali in funzione non delle tensioni nominali, bensì delle tensioni locali immediatamente prossime alla zona di innesco cricca, è

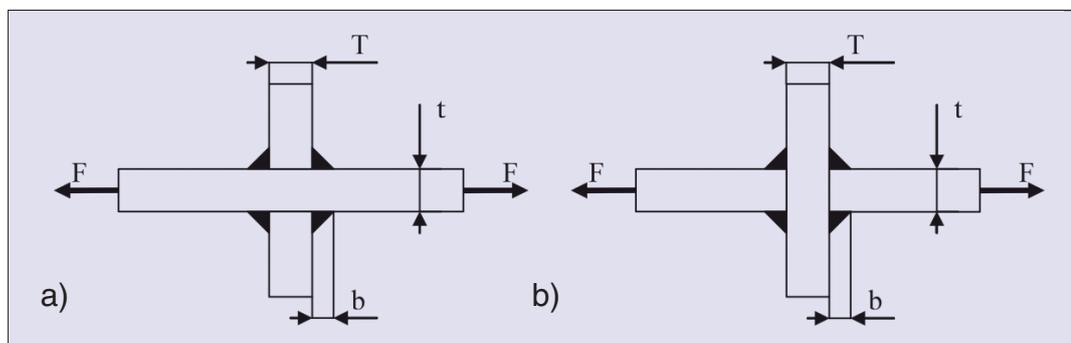


Figura 1 - Giunti saldati a croce: a) cordoni di saldatura non portanti; b) cordoni di saldatura portanti.

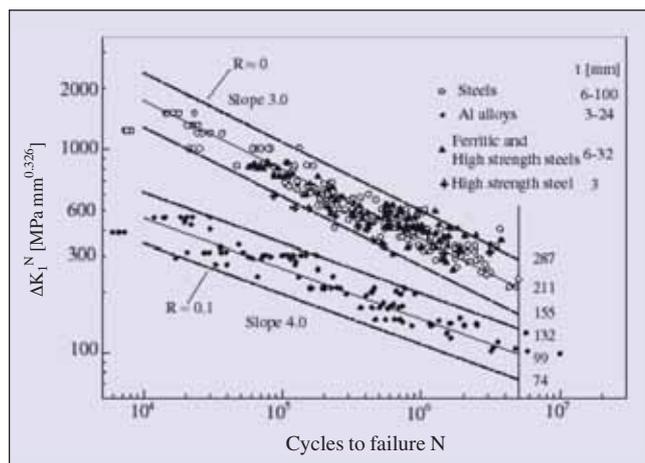


Figura 2 - Resistenza a fatica di giunti a croce in acciaio e lega leggera in funzione del fattore di intensificazione delle tensioni di intaglio di modo I, ΔK_I^N [21].

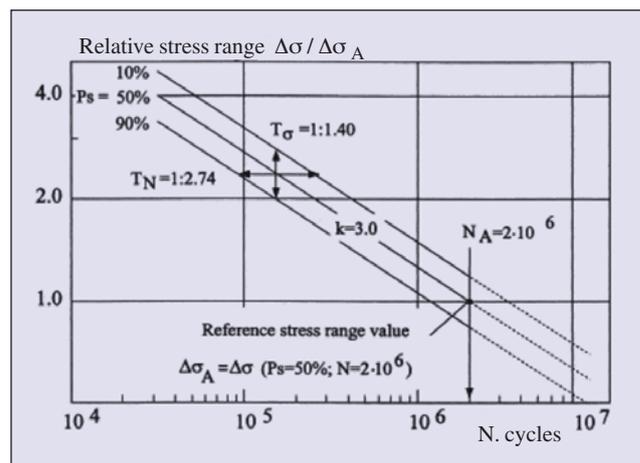


Figura 3 - Banda di dispersione unificata per giunti in acciaio con cordoni d'angolo [22].

capace di sintetizzare i dati di resistenza relativi a giunti di forma e dimensioni assolute diverse.

Anche in relazione all'approccio classico (in tensioni nominali) è stata determinata una banda di dispersione unificata [21] in range di tensioni nominali ($\Delta\sigma = \sigma_{max} - \sigma_{min}$), che trasla dunque in senso verticale nel piano $\Delta\sigma - N$ a seconda della geometria del giunto e delle dimensioni, ma che, adimensionalizzata rispetto ad un valore di tensione di riferimento, ad esempio quello corrispondente a $2 \cdot 10^6$ cicli ($\Delta\sigma_A$), fornisce quanto riportato nella Figura 3.

Il passaggio da un'analisi in tensioni nominali ad una in tensioni locali, realizzabile di norma tramite un'analisi lineare elastica agli elementi finiti, diventa immediato tramite l'Eq. (1) a patto di conoscere, per la tipologia di giunto considerata, il valore del parametro k_f . A questo proposito sono state definite, per i giunti a croce sollecitati in trazione, le seguenti espressioni analitiche:

$$k_1 = 1.212 + 0.495e^{-0.985(2b/t)} - 1.259e^{-1.120(2b/t) - 0.485(T/t)} \quad (2)$$

$$k_1 = 1.247 + 6.492e^{-2b/0.513t} \quad (3)$$

dove l'Eq. (2) [13] è valida nell'ipotesi di cordoni d'angolo non portanti, a patto che risulti $0 \leq T/t \leq 3$ e $0.125 \leq b/t \leq 1.25$; mentre l'Eq. (3) [21] è da utilizzare nel caso di giunti con cordoni portanti aventi $T/t = 1$ e un rapporto tra la zona di mancata penetrazione e lo spessore del piatto principale caricato pari a uno (cioè

completa mancanza di penetrazione), nel solo caso in cui la rottura si inneschi a piede cordone.

A parità di spessore del piatto principale caricato e mantenendo inalterato il rapporto T/t , le Eq. (2) e (3) permettono di ricavare la variazione relativa del campo di tensione (e quindi della resistenza a fatica ad un determinato numero di cicli) al variare del rapporto tra la dimensione del cordone, b , e quella del piatto principale, t . Inoltre, poiché al variare della criticità del giunto saldato la curva di Woehler varia semplicemente traslando parallelamente a se stessa in un diagramma doppio logaritmico [6], la variazione della resistenza a fatica è la stessa indipendentemente dalla vita prevista, purché nel campo delle vite a termine. Sulla base delle Eq. (2) e (3), è pertanto possibile costruire i diagrammi della

portanti (Fig. 4a) che portanti (Fig. 4b). La resistenza a fatica è espressa in termini di range di tensione nominale $\Delta\sigma$, supposto costante nel tempo, ed è riferita al valore $\Delta\sigma_1$ assunto nel caso di $b = t$.

L'analisi teorica, sulla base delle Eq. (2) e (3), sembra suggerire una leggera diminuzione della resistenza a fatica all'aumentare delle dimensioni del cordone di saldatura, nel caso di cordoni non portanti; viceversa un più marcato aumento della resistenza con l'aumento delle dimensioni del cordone, nel caso di cordoni portanti in completa assenza di penetrazione.

In entrambi i casi il fenomeno tende a saturarsi per valori di $b/t \sim 1.3$.

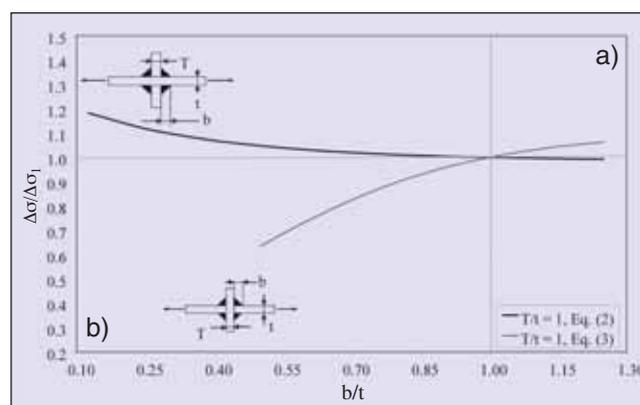


Figura 4 - Variazione della resistenza a fatica $\Delta\sigma$ a parità di numero di cicli N al variare dello spessore b del cordone di saldatura, per $T/t = 1$, cordoni non portanti (Eq. (2)) e portanti con completa assenza di penetrazione (Eq. (3)). Valore di riferimento $\Delta\sigma_1$ relativo a $b/t = 1$.

3. Confronto con risultati sperimentali dalla letteratura

Per poter effettuare un confronto con le prove sperimentali descritte nei paragrafi successivi del presente lavoro, le previsioni teoriche riferite a cordoni portanti sono state ampliate tramite analisi BEM realizzate ad hoc, considerando anche un valore di T/t pari a 3.3 e studiando, per un range di variazione di b/t compreso tra 0.3 e 2.3, l'effetto di diverse ampiezze della zona di mancata penetrazione. I risultati sono riportati nella Figura 5 in cui si nota che, mentre una variazione del rapporto T/t non è particolarmente influente, perlomeno per valori di b/t inferiori a 1.3, viceversa una diversa ampiezza della zona di mancata penetrazione a comporta andamenti differenti della resistenza a fatica al variare delle dimensioni del cordone di saldatura.

È stata quindi valutata la corrispondenza tra analisi teoriche e dati sperimentali ricavati da letteratura e descritti nella Tabella I. Ove non noto, il valore di $\Delta\sigma_1$ necessario per confrontare i dati sperimentali con le previsioni teoriche è stato

ricavato da interpolazione lineare dei valori noti, relativi ad un numero di cicli $N = 5 \cdot 10^6$ ($P_s = 50\%$). I risultati sono riportati nella Figura 6 sia per probabilità di sopravvivenza $P_s = 50\%$, sia per $P_s = 90\%$ e 10% , stimate in accordo alla banda di dispersione unificata riportata nella Figura 3 (anche nel caso di due serie di giunti in lega leggera, date le modeste variazioni di dispersione per serie in acciaio e in lega leggera [6, 8, 21]).

Con riferimento ai cordoni portanti, le analisi teoriche, effettuate per diversi valori di a/t e per un rapporto $T/t = 3.3$, in virtù della corrispondenza con le prove sperimentali, sono state ritenute applicabili anche ai dati tratti da lettera-

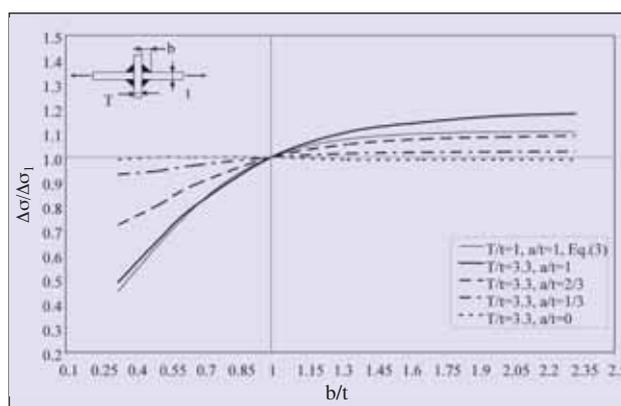


Figura 5 - Variazione della resistenza a fatica $\Delta\sigma$ a parità di numero di cicli N al variare dello spessore b del cordone di saldatura, per $T/t = 1, 3.3$ e per diverse ampiezze della zona di mancata penetrazione a (cordoni portanti). Valore di riferimento $\Delta\sigma_1$ relativo al caso $b/t = 1$.

tura e aventi $T/t = 1$, data la modestissima differenza di comportamento dovuta al variare del rapporto tra gli spessori delle lamiere T e t riscontrata nel caso di totale mancanza di penetrazione, almeno per valori di b/t inferiori a 1.3. Inoltre non essendo nota l'ampiezza della zona di mancata penetrazione, tranne nel caso dei giunti di spessore

TABELLA I - Caratteristiche geometriche e resistenza a fatica ($R \approx 0$) di giunti a croce tratti da letteratura, sollecitati in trazione e con rottura al piede del cordone di saldatura.

Riferimento	Tipologia di cordone	Materiale	t [mm]	T/t	b/t	$\Delta\sigma_{50\%}$ [MPa] N = $5 \cdot 10^6$
Nihei [23]	non portante	SM 50B	20	1	0.52	68.7
Nihei [23]	completa penetrazione	SM 50B	20	1	0.78	70.4
Nihei [23]	non portante	SM 50B	9	1	0.72	112.8
Nihei [23]	completa penetrazione	SM 50B	9	1	1	92.8
Kihl-Sarkani [24]	non portante	HSLA-80	6	1	0.37	103.1
Gurney [25]	non portante	Low C steel	6	1	1	93.6
Gustaffsson [26]*	non portante	Domex 550 MC	6	1	0.71	111
Branco [27]*	non portante	C-Mn struc. steel	6	1	1	103.4
Gustaffsson [26]*	non portante	Domex 550 MC	3	1	0.63	109
Branco [27]*	non portante	Fe 510 Grade 50	3	1	1	100
Ouchida-Nishioka [27]	portante	SM 41	32	1	0.44	67
Ouchida-Nishioka [27]	portante	SM 41	32	1	0.87	65
Nihei [23]	portante	SM 50B	20	1	0.64	80.9
Nihei [23]	portante	SM 50B	20	1	0.95	80.2
Nihei [23]	portante	SM 50B	20	1	1.20	52.4
Ouchida-Nishioka [27]	portante	SM 41	16	1	0.53	78
Ouchida-Nishioka [27]	portante	SM 41	16	1	0.67	73
Jacoby [28]	portante	Al Zn Mg I	12	1	0.53	26.3
Ribeiro [29]	portante	6061-T651	12	1	0.67	28
Nihei [23]	portante	SM 50B	9	1	0.75	68.7
Nihei [23]	portante	SM 50B	9	1	0.84	57.3
Nihei [23]	portante	SM 50B	9	1	1.20	54.1

* Dati rianalizzati con retta di regressione di pendenza $k = 3$.

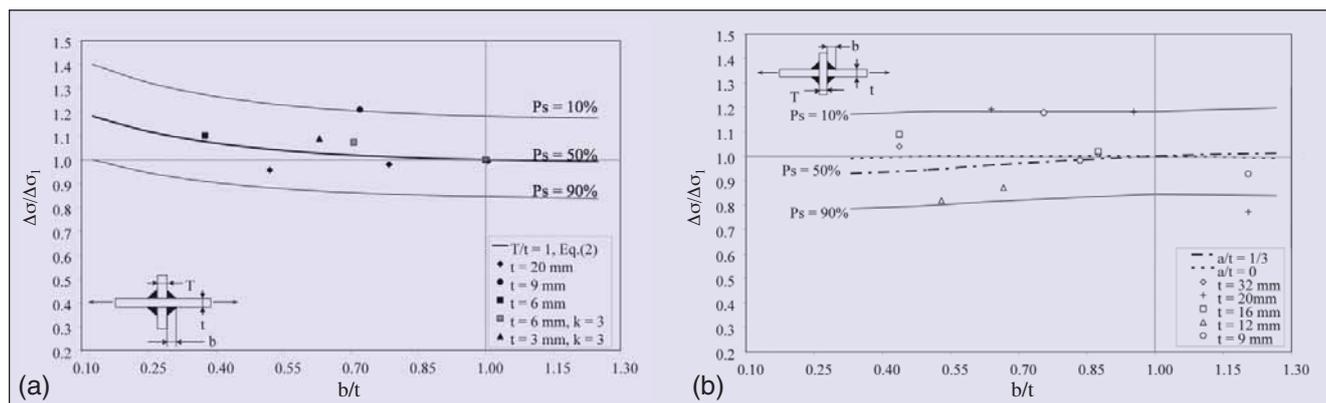


Figura 6 - Variazione della resistenza a fatica $\Delta\sigma$ a parità di numero di cicli N al variare dello spessore b del cordone di saldatura. Valore di riferimento $\Delta\sigma_1$ relativo al caso $b/t = 1$. Analisi teoriche e dati sperimentali riferiti a cordoni d'angolo non portanti (a) e portanti (b).

32 e 16 mm, ove il rapporto a/t è documentato essere pari a 0.125, si è assunto che in tutti i casi la mancanza di penetrazione fosse compresa tra 0 e 0.33. La banda di dispersione ($Ps = 10\% \div 90\%$) è stata pertanto determinata applicando la dispersione unificata della Figura 3 alle due curve della Figura 5 corrispondenti a questi valori di mancanza di penetrazione. La Figura 6 mostra come i dati sperimentali rientrino nelle bande previste dalle analisi teoriche sia nel caso di cordoni non portanti che portanti.

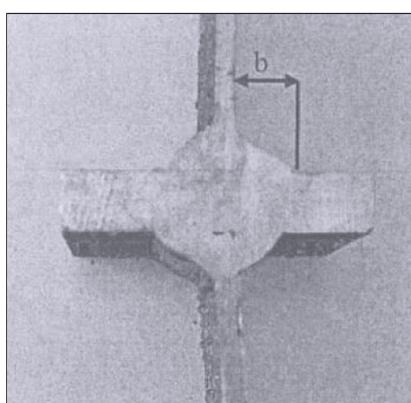


Figura 7 - Geometria dei provini - sezione trasversale.

4. Prove sperimentali e confronto con le analisi teoriche

Le prove sperimentali sono state effettuate su giunti saldati a croce con cordone portante in acciaio da carpenteria Fe 510.

I giunti sono stati ottenuti saldando con cordoni d'angolo due lamiere principali, di spessore pari a 3 mm, su una lamiera

trasversale, di spessore pari a 10 mm. Sono state realizzate due tipologie di cordoni, variandone lo spessore. Il piede del cordone di saldatura, indicato nella Figura 7 ed utilizzato per quantificare la dimensione del cordone stesso, ha una dimensione media di 4 mm nella prima serie e di 7 mm nella seconda serie, mentre l'inclinazione dei cordoni non si discosta molto dai 45° per entrambe le

serie. La larghezza nominale del giunto è pari a 50 mm ed i raggi di raccordo al piede del cordone di saldatura sono di entità molto ridotta, come evidente anche dalla Figura 7, non essendo stato effettuato alcun trattamento per renderli più ampi.

Prima di effettuare le prove di fatica, tre provini sono stati sottoposti a trazione statica ed hanno manifestato un comportamento regolare, con rottura della lamiera principale da 3 mm, a cui è stato applicato il carico, e non della saldatura. I risultati delle prove statiche sono riportati nella Figura 8.

Le prove di fatica sono state effettuate utilizzando una macchina servo-idraulica Instron 1342 controllata da elettronica MTS.

Tutte le prove sono state condotte in controllo di carico, con frequenze variabili tra 8 e 18 Hz e con rapporto di sollecitazione $R = \sigma_{min}/\sigma_{max} = 0.1$.

Nella Tabella II sono riportati i valori del range di tensione nominale applicata e del numero di cicli che hanno portato a rottura i singoli provini.

TABELLA II - Risultati delle prove di fatica su giunti con cordoni portanti.

Serie 1 (b = 4 mm)			Serie 2 (b = 7 mm)		
Provino	$\Delta\sigma$ [MPa]	N	Provino	$\Delta\sigma$ [MPa]	N
1	270	40700	1	297	36590
2	270	45700	2	297	85000
3	225	70900	3	297	45000
4	225	37800	4	297	43945
5	180	149900	5	225	72000
			6	225	131000
			7	180	163000

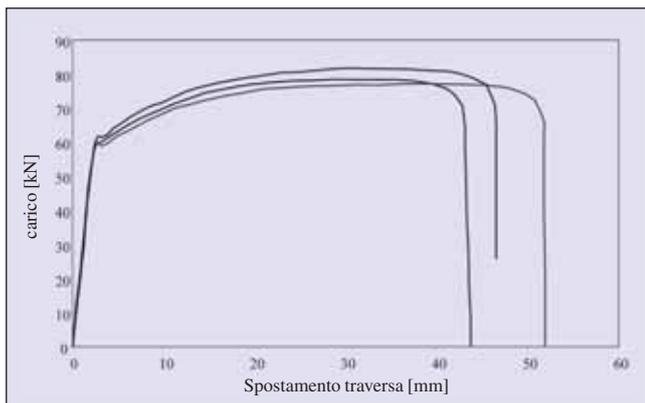


Figura 8 - Risultati delle prove di trazione statica (3 provini) su giunti con cordoni portanti.

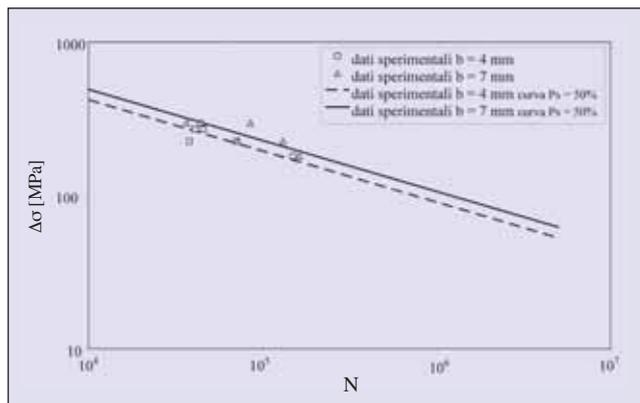


Figura 9 - Risultati delle prove di fatica su giunti con cordoni portanti.

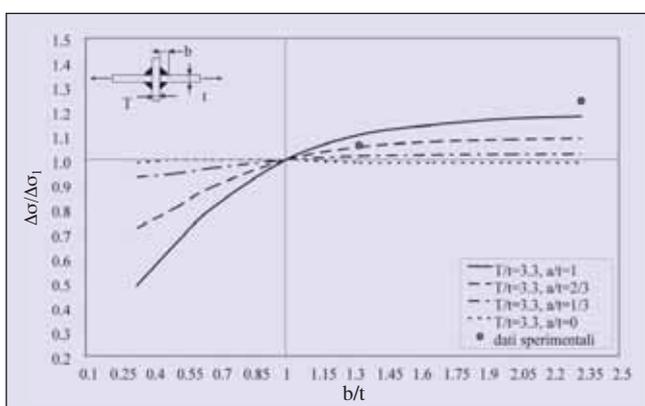


Figura 10 - Previsioni teoriche della variazione della resistenza a fatica $\Delta\sigma$ a parità di numero di cicli N per cordoni portanti al variare dello spessore b del cordone di saldatura, per $T/t = 10/3$ e per diverse ampiezze della zona di mancata penetrazione a e confronto con i risultati delle prove sperimentali ($N = 5 \cdot 10^6$ cicli).

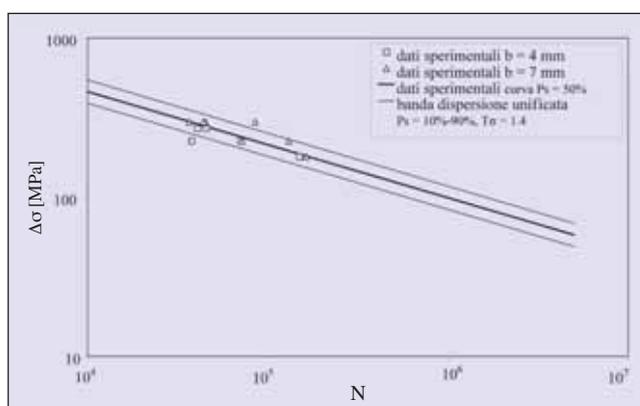


Figura 11 - Banda di dispersione unificata in tensioni nominali [22] applicata ai risultati sperimentali.

I dati sperimentali sono stati riportati nella Figura 9 e a ciascuna serie è stata applicata la curva di Woehler standard al 50% di probabilità di sopravvivenza illustrata nella Figura 3. Risulta evidente una certa differenza tra le due serie di risultati che indicano una resistenza a fatica maggiore al crescere dello spessore del cordone di saldatura, in linea con l'analisi teorica per cordoni portanti, come appare dal confronto, riportato nella Figura 10, tra i risultati sperimentali e le previsioni teoriche già illustrate nella Figura 5.

Poiché però la differenza di comportamento tra le serie di dati sperimentali è comunque modesta ed il numero di dati disponibili è limitato, si è fatta l'ipotesi che i risultati delle due serie appartengano ad un'unica popolazione e ad essi è

stata applicata la banda di dispersione unificata riportata nella Figura 3. Nella Figura 11 è mostrato il risultato ottenuto, dal quale si evince un comportamento congruente con la banda di dispersione unificata in tensioni nominali e quindi l'accettabilità dell'analisi dei risultati ottenuti come appartenenti ad un'unica popolazione. L'intero set di valori sperimentali è stato quindi confrontato con le curve di progetto fornite, per giunti della stessa tipologia, da alcune normative che non prevedono, come già specificato, variazioni di resistenza dovute a diverse dimensioni del cordone di saldatura. In particolare si riporta nella Figura 12 il confronto con la curva di progettazione relativa a 3/4-90% P_s secondo l'approccio di determinazione dei valori di resistenza della DIN 15018, quella relativa a $P_s = 95\%$ secondo l'approccio IIW e quelle relative a $P_s = 97.7\%$ secondo l'approccio Eurocodice 3 e CNR-UNI 10011. Ne risulta che le curve di progett-

tazione delle diverse normative considerate risultano tutte cautelative rispetto ai dati sperimentali ottenuti, tranne quella dell'Eurocodice 3, che sembra più prossima alla curva al 50% di probabilità di sopravvivenza, piuttosto che ad una curva caratteristica di progetto. Si ritiene importante sottolineare come le normative prese in esame forniscano valori di resistenza di progetto a fatica, per questa tipologia di giunti saldati, notevolmente diversi e non giustificabili con le modeste variazioni di probabilità di sopravvivenza utilizzate da ciascuna di esse per l'individuazione della curva caratteristica.

Risulta infine interessante proporre un approfondimento riguardo l'utilizzo dell'approccio in tensioni locali nel caso di giunti di piccolo spessore quali quelli analizzati nelle prove sperimentali descritte. Come già discusso in letteratura [30] e osservabile direttamente nella Figura 3, giunti di piccolo spessore pre-

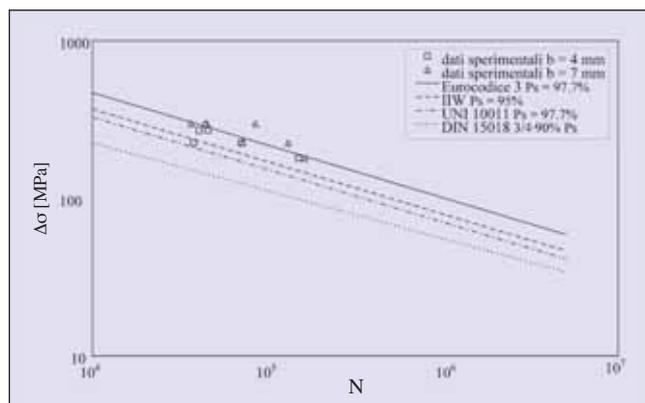


Figura 12 - Confronto tra normative e risultati sperimentali.

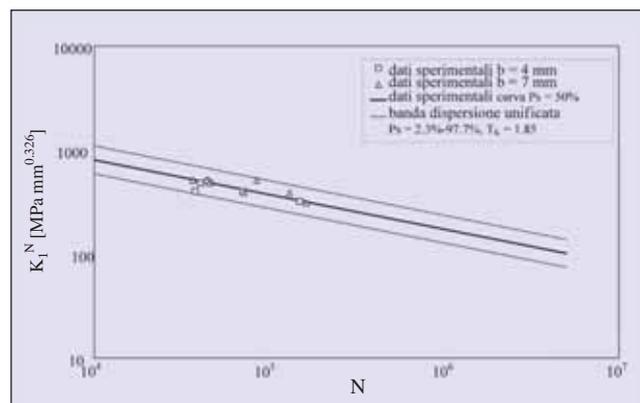


Figura 13 - Resistenza a fatica dei giunti a croce analizzati in funzione del fattore di intensificazione delle tensioni di intaglio di modo I, ΔK_I^N , e fitting della banda di dispersione unificata [21].

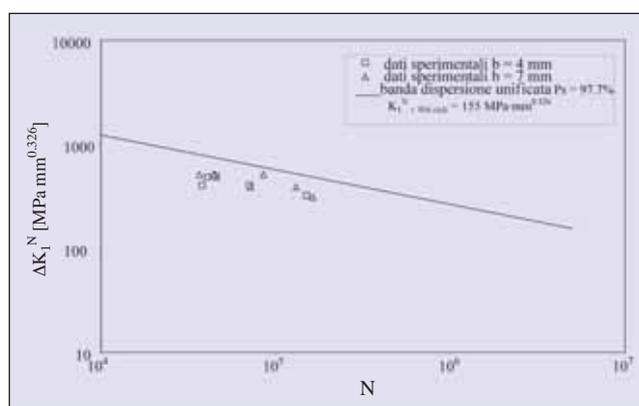


Figura 14 - Confronto tra la resistenza a fatica dei giunti a croce analizzati in funzione del fattore di intensificazione delle tensioni di intaglio di modo I, ΔK_I^N , e la curva di riferimento [21] per $P_s = 97.7\%$.

sentano di solito una resistenza a fatica minore rispetto alle previsioni teoriche basate sul N-SIF di modo I, K_I^N , a causa dell'influenza della tensione nominale, e non del solo campo di tensione locale, all'interno del volume di controllo che regola la resistenza a fatica. Questo aspetto, del quale bisognerebbe tener conto nel caso si confrontassero i giunti analizzati con altri di spessore diverso, riveste minore importanza nel caso esaminato nel presente lavoro, ovvero giunti di spessore piccolo ma costante, differenti per le sole dimensioni del cordone di saldatura.

Difatti, come illustrato nella Figura 13, una volta riconvertiti i range di tensioni nominali riportati nella Tabella II in range di variazione del parametro ΔK_I^N tramite l'Eq. (1) (facendo riferimento, per il calcolo del coefficiente k_f , al caso di parziale mancanza di penetrazione) e calcolata la retta di regressione per una

probabilità di sopravvivenza del 50%, i dati sperimentali risultano congruenti con la banda di dispersione unificata della Figura 2, a patto di applicarla alla retta di regressione al 50%, determinata, con opportuno fitting, a partire dai dati stessi. Viceversa, facendo un con-

fronto in termini assoluti (Fig. 14) con la curva relativa a $P_s = 97.7\%$ riportata nella Figura 2, i dati sperimentali, per le ragioni sopra esposte, presentano valori di resistenza inferiori.

5. Conclusioni

Il principale obiettivo del presente lavoro era la valutazione degli effetti di un diverso spessore del cordone di saldatura sulla resistenza a fatica dei giunti saldati a croce. Consolidate indicazioni di carattere tecnologico, infatti, possono indurre a ritenere necessaria una ridu-

Bibliografia

- [1] UNI EN 1993-1-9 - Eurocodice 3: «Progettazione delle strutture di acciaio. Parte 1-9: Fatica», 2005.
- [2] CNR UNI 10011: «Costruzioni di acciaio. Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione», 1988.
- [3] DIN 15018: «Steel structures Verification and analyses. Part 1», 1984.
- [4] Hobbacher A.: «Fatigue design of welded joints and components», Recommendations of IIW Joint Working Group XIII-XV, 1996.
- [5] Atzori B., Crivellato G., Meneghetti G.: «Interpretazione dell'approccio hot spot per la progettazione a fatica delle strutture saldate», Atti del XXVI Convegno Nazionale AIAS, Calabria, 1997.
- [6] Atzori B.: «Criteri di progettazione di strutture in leghe di alluminio», Rivista Italiana della Saldatura, LII, n. 1/2000, pp. 27-30.
- [7] Williams ML.: «Stress singularities resulting from various boundary conditions in angular corners of plates in extension», J. Appl. Mech. 19/1952, pp. 526-528.
- [8] Haibach E.: «Die Schwingfestigkeit von Schweissverbindungen aus der Sicht einer örtlichen Beanspruchungsmessung», LBF Report No. FB-77/1968, Darmstadt.

► segue

- [9] Usami S., Kimoto H., Kusumoto S.: «Cyclic strain and fatigue strength at the toes of heavy welded joints», *Trans Jpn Weld Soc.* 9(2)/1978.
- [10] Atzori B., Blasi G., Pappalettere C.: «Evaluation of fatigue strength of welded structures by local strain measurement», *Exp. Mech.* 25(2)/1985, pp. 129-139.
- [11] Nui L.S., Chehimi C., Pluvinage G.: «Stress field near a large blunted tip V-notch and application of the concept of the critical notch stress intensity factor (NSIF) to the fracture toughness of very brittle materials», *Engng Fracture Mech.* 49/1994, pp. 325-335.
- [12] Verreman Y., Nie B.: «Early development of fatigue cracking at manual fillet welds», *Fatigue Fract. Engng Mater. Struct.* 19/1996, pp. 669-681.
- [13] Lazzarin P., Tovo R.: «A notch stress intensity factor approach to the stress analysis of welds», *Fatigue Fract. Engng. Mater. Struct.* 21/1998, pp. 1089-1104.
- [14] Atzori B., Lazzarin P., Meneghetti G.: «From a local stress approach to fracture mechanics: a comprehensive evaluation of the fatigue strength of welded joints», *Fatigue Fract. Eng. Mater. Struct.* 22/1999, pp. 369-381.
- [15] Tovo R., Lazzarin P.: «Relationship between local and structural stress in the evaluation of weld toe distribution», *Int. J. Fatigue* 21/1999, pp. 1063-1078.
- [16] Lazzarin P., Livieri P.: «Notch stress intensity factors and fatigue strength of aluminium and steel welded joints», *Int. J. Fatigue* 23(3)/2001, pp. 225-232.
- [17] Meneghetti G., Tovo R.: «Fatigue strength assessment of welded structures by means of the Notch-SIF approach», In: Blom AF, editor. *Proceedings of the 8th international fatigue congress, Stockholm, Sweden, 2002*, pp. 1873-1880.
- [18] Taylor D., Barrett N., Lucano G.: «Some new methods for predicting fatigue in welded joints», *Int. J. Fatigue* 24/2002, pp. 509-518.
- [19] Verreman Y., Limodin N.: «Fatigue notch factor and short crack propagation», *Eng. Fract. Mech.* doi:10.1016/j.engfract-mech.2007.07.005.
- [20] Atzori B., Lazzarin P., Meneghetti G.: «Fatigue strength assessment of welded joints: from the integration of Paris' law to a synthesis based on the notch-stress intensity factors of the uncracked geometries», *Eng Fract Mech.* doi:10.1016/j.engfract-mech.2007.03.029.
- [21] Livieri P., Lazzarin P. (2005): «Fatigue strength of steel and aluminium welded joints based on generalised stress intensity factors and local strain energy values», *Int. J. Fracture* 133, 247-276.
- [22] Atzori B., Meneghetti G. (2001): «Fatigue strength of fillet welded structural steels: finite elements, strain gauges and reality», *Int. J. Fatigue* 23, 713-721.
- [23] Nihei M., Sasaki E., Kanao M., Inagaki M.: «Statistical analysis on fatigue strength of arc-welded joints using covered electrodes under various welding conditions with particular attention to toe shape», *Transactions of National Research Institute for Metals* 23 (1)/1981, pp. 21-34.
- [24] Kihl D.P., Sarkani S.: «Mean stress effects on the fatigue strength of welded steel cruciforms», *Int. J. Fatigue* 19/1999, S311-S316.
- [25] Gurney TR.: «Fatigue of thin walled joints under complex loading», Abington Publishing, Cambridge, 1997.
- [26] Gustafsson M.: «Thickness effect in Fatigue of elded extra high strength steel joints», In: *Design and analysis welded high strength steel structures* (Ed. J. Samuelsson), *Fatigue*, 2002, pp. 205-224.
- [27] Branco C.M., Maddox S.J., Infante V., Gomes E.C.: «Fatigue performance of tungsten inert gas (TIG) and plasma welds in thin sections», *Int. J. Fatigue* 21/1999, pp. 587-601.
- [28] Jacoby G.: «Über das Verhalten von Schweißverbindungen aus Aluminiumlegierungen bei Schwingbeanspruchung», *Dissertation, Technische Hochschule, Hannover*, 1961.
- [29] Ribeiro A.S., Gonçalves J.P., Oliveira F., Castro P.T, Fernandes A.A.: «A comparative study on the fatigue behaviour of aluminium alloy welded and bonded joints», In: *Proc. Sixth Int. Conference on Aluminium Weldments, Cleveland, Ohio, 1995*, pp. 165-176.
- [30] Meneghetti G.: «The peak stress method applied to fatigue assessments of steel and aluminium fillet-welded joints subjected to mode I loading», *Fatigue Fract. Eng. Mater. Struct.* 31/2008, pp. 349-369.

zione della resistenza a fatica del giunto al crescere delle dimensioni del cordone di saldatura, riduzione per altro non contemplata da alcuna normativa di progettazione di strutture saldate.

Le analisi svolte, di tipo sia numerico che sperimentale, hanno mostrato come,

dal punto di vista della resistenza strutturale, l'aumento dello spessore del cordone di saldatura non comporti conseguenze, né nel caso di carichi statici, né nel caso di carichi di fatica. Risulta pertanto corretto che le normative di progettazione non tengano conto di

questo parametro.

L'effettuazione delle analisi, che ha considerato sia l'approccio classico delle normative di progettazione (basato sulle tensioni nominali), sia quello più recente ed accurato del Notch Stress Intensity Factor (basato sulle tensioni locali), ha

consentito di evidenziare poi due altri punti di rilevante interesse, che troveranno approfondimento in futuri sviluppi del presente lavoro: in relazione all'approccio classico è stata evidenziata la notevole differenza delle curve di resistenza a fatica fornite dalle diverse normative per giunti di questo tipo; in relazione all'approccio N-SIF è stata confermata la necessità, già evidenziata da altri autori, di modificare opportunamente le modalità di applicazione dell'approccio quando lo spessore delle lamiere portanti è ridotto.



Bruno ATZORI, Titolare della Cattedra di Costruzione di Macchine dell'Università di Padova dal 1984; è stato prima presso l'Università di Bari e presso il Politecnico di Torino. Ha iniziato ad occuparsi di strutture saldate in lega leggera nel 1974 presso l'L.B.F. di Darmstadt, sotto la guida del Prof. E. Haibach.



Giuseppe DEMELIO, è Professore ordinario in Progettazione Meccanica e Costruzione di Macchine presso la 1ª Facoltà di Ingegneria del Politecnico di Bari. Le sue principali attività di ricerca riguardano la meccanica del contatto, la fatica da fretting, la fatica da contatto di rotolamento, la fatica delle giunzioni saldate, il progetto di imbarcazioni multiruolo di tipo SWATH e relativi sistemi propulsivi, di furgoni isothermici in materiali compositi, di sistemi eolici innovativi.



Barbara ROSSI, laureata in Ingegneria Meccanica presso l'Università di Padova nel 2006, è iscritta al terzo anno della Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria Industriale, indirizzo Progettazione Meccanica e Ingegneria Motociclistica.

MANIFESTAZIONI TECNICHE IIS CALENDARIO 2009 – SECONDO SEMESTRE

1	30 Settembre	Genova IIS	I trattamenti termici di strutture e componenti saldati
2	9 Ottobre	Genova ITN San Giorgio	La saldatura nelle costruzioni navali
3	16 Ottobre	Roma Congresso AIPND	La gestione della qualità nelle costruzioni saldate
4	21 Ottobre	Genova IIS	Seminario didattico La saldatura delle leghe non ferrose a base Al, Ni, Cu
5	29 Ottobre	Legnano	Salute e sicurezza in saldatura
6	5 Novembre	Genova IIS	Seminario didattico La norma UNI EN 1011-2 "Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici - Parte 2: Saldatura ad arco di acciai ferritici"
7	12 Novembre	Genova IIS	Automazione e robotica nella realizzazione di strutture saldate
8	19 Novembre	Genova IIS	Seminario didattico La saldatura per Progettisti e Uffici Tecnici di fabbricazione
9	25 Novembre	Genova IIS	La saldatura subacquea in ambiente bagnato (wet)
10	3 Dicembre	Legnano	La saldatura laser
11	10 Dicembre	Genova IIS	Seminario didattico Difetti di saldatura e loro rilevabilità mediante controlli non distruttivi



EUROJOIN 7

*Seventh European Congress
on Joining Technology*

G N S 5

*Fifth edition of
Italian Welding Days*



Venezia Lido
21-22 Maggio 2009

Venezia Lido, 21 - 22 May 2009

Value added and jobs resulting from joining technology in Germany and in Europe ^(°)

K. Middeldorf *



Summary / Sommario

At the beginning of 2009, DVS - Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren and EWF - European Federation for Welding, Joining and Cutting carried out a revision and an updating of an existing data collection summarizing production values, values added and number of employees in joining. In addition to Germany, now other European countries important for joining technology are taken into consideration, including individually France, Italy, the Netherlands, Poland and the United Kingdom. Furthermore, all the European countries (EU 27) are considered in a summary.

The objective of this study in 2009 is to evaluate in a summary all the statistical information available at the German and European levels in order to estimate the value added contribution and employee figures resulting from the manufacture and application of joining technology in Germany, in the named selected countries in Europe as well as throughout the European Union as a whole in 2007 - which is the latest data boundary at the point in time when the study was elaborated.

The value added by the manufacture and application of joining technology in Europe amounted to around € 86 billion in 2007. That is 3,8 times the corresponding value added for Germany. Over 2.0 million employees were connected with this value added in Europe in 2007. The number of employees connected with the manufacture and application of joining technology in Europe is more than five times higher than the corresponding German employee figures. So, Germany contributes to this total value added with 26% and Italy with 18%. The contribution from France, Poland and United Kingdom amounts to 10%, 9% and 8%. Joining technology contributes significantly to the economic prosperity in European countries, value added and employment are created both by the manufacture and by the application of joining technology.

.....
 Agli inizi del 2009 il DVS (Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren) e l'EWF (European Federation for Welding,

Joining and Cutting) hanno effettuato una revisione e un aggiornamento di una esistente banca dati che riassume i valori della fabbricazione, i valori aggiunti e il numero delle risorse impiegate nel settore della tecnologia di giunzione. Oltre alla Germania, altri Paesi Europei importanti per la tecnologia di giunzione sono stati presi in considerazione; questi includono: Francia, Italia, Olanda, Polonia e Gran Bretagna. Inoltre, tutti i Paesi Europei (27) sono stati considerati in una sintesi.

L'obiettivo di questo studio è quello di valutare tutte le informazioni statistiche disponibili in Germania ed in Europa al fine di stimare il contributo in valore aggiunto e le risorse impiegate risultanti dalla fabbricazione e dalla applicazione della tecnologia di giunzione in Germania, in alcuni Paesi Europei e nell'Unione Europea nel suo insieme nel 2007 - momento in cui lo studio è stato elaborato.

Il valore aggiunto dalla fabbricazione e dall'applicazione delle tecnologie di giunzione in Europa ammonta a circa 86 miliardi di Euro nel 2007; questo dato è 3,8 volte il corrispondente valore aggiunto registrato in Germania. Oltre 2 milioni di lavoratori hanno contribuito a questo valore aggiunto in Europa nel 2007. Il numero delle risorse coinvolte nella fabbricazione e nell'applicazione della tecnologia di giunzione in Europa è superiore di oltre 5 volte di quelle impiegate in Germania. La Germania contribuisce a questo valore aggiunto totale con il 26% e l'Italia con il 18%. I contributi francese, polacco e inglese ammontano rispettivamente al 10%, al 9% e all'8%.

La tecnologia di giunzione contribuisce significativamente alla prosperità economica nei Paesi Europei; valore aggiunto e risorse sono creati sia dalla fabbricazione sia dall'applicazione della tecnologia di giunzione.

Keywords:

Commercial information; Europe; Germany; welding.

^(°) Memoria ad invito presentata alla cerimonia d'apertura di Eurojoin 7 - GNS5 svoltasi a Venezia Lido il 21 e 22 Maggio 2009.

* DVS - Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. - Düsseldorf (Germany).

Report on the basis of a scientific study by the authors Prof. Dr. Waike Moos and B. Sc. Stefanie Rettig (Bochum University of Applied Sciences, Economics Faculty) and Dipl. Oec. Ronald Janssen-Timmen (Rhineland-Westphalia Institute for Economic Research, Essen).

I. Introduction

In the past, DVS has had a series of investigations conducted in order to estimate the value added and employee figures resulting from the manufacture and application of joining technology. The results have been summarised in studies relating to the macroeconomic and sectorial value added by the manufacture and application of welding technology and joining technology from 2001 and from 2005. The study from 2001 was restricted to the joining technologies of welding and brazing/soldering alone. Other joining technologies (such as structural adhesive bonding and mechanical joining) as well as thermal cutting and the coating technology of thermal spraying were included in the study from 2005.

At the beginning of 2009, DVS - Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren and EWF - European Federation for Welding, Joining and Cutting carried out the complete revision and updating of the study from 2005 in preparation for the international Schweissen & Schneiden trade fair in September 2009. In this respect, the data collection area of this study was extended to the European level. In addition to Germany, other European countries important for joining technology are taken into consideration, including individually France, Italy, the Netherlands, Poland and the United Kingdom. Furthermore, all the European countries are considered in a summary.

The objective of this study in 2009 is to evaluate in a summary all the statistical information available at the German and

European levels in order to estimate the value added contribution and employee figures resulting from the manufacture and application of joining technology in Germany, in the named selected countries in Europe as well as throughout the European Union as a whole in 2007 - that is the latest data boundary at the point in time when the study was elaborated.

Two variables are considered under the manufacture of joining technology: on the one hand, the manufacture of joining technology devices (i.e. the manufacture of devices, machines and systems, e.g. the manufacture of power sources, welding torches, welding machines or robot installations) and, on the other hand, the manufacture of complementary joining technology goods (i.e. not only the manufacture of consumables and process materials - these include consumables for welding, brazing/soldering and thermal spraying, welding gases, adhesives, mechanical joining elements, protective equipment as well as venting and testing machines - but also the rendering of services - services in the field of training and further education are essentially meant here - are assigned to these complementary joining technology goods).

The application of joining technology relates to the utilisation of the joining processes in the various joining-intensive sectors.

For the manufacture and application of joining technology, it is possible to specify three direct value added effects, i.e.:

Effect I: Direct value added and employment effects resulting from the manufacture of joining technology devices.

Effect II: Direct value added and employment effects resulting from the manufacture of complementary joining technology goods (consumables and process materials as well as the rendering of services for training and further education).

Effect III: Direct value added and employment effects resulting from the application of joining technology (essentially in the joining-intensive sectors).

In addition to these three direct value added sources, other sectors are also influenced by the demand for intermediate inputs. The two (indirect) effects caused by this are attributed to the value added contribution made by joining technology.

Effect IV: The indirect (intermediate input) effects of the manufacture of joining technology devices, i.e. the indirect effects belonging to Effect I.

Effect V: The indirect (intermediate input) effects of the manufacture of complementary joining technology goods, i.e. the indirect effects belonging to Effect II.

For Germany, it is no problem to establish all five effects. The overall effects of the value added and the jobs result from the total of all five effects. In the study from 2001 which encompassed welding and brazing/soldering alone, a value added of € 16 billion and 428.000 employees were established for Germany. A value added of € 27 billion and 638.000 employees were quantified in the preceding study from 2005 in which the subject under investigation was extended to all joining technologies. However, the data availability at the European level is not the same as that for Germany. On the basis of official data at the European level, it is possible to establish the value added contributions made by the manufacture of joining technology devices and by the manufacture of complementary joining technology goods, i.e. the direct Effects I and II. Furthermore, it is possible to reliably estimate Effect III. This was made possible by the fact that, with the support of the EWF member organisations, DVS has collected its own data relating to the number of employees in welding occupations according to countries. Merely the indirect effects cannot be quantified in the European study since no data is available for these. In any case, the quantification of Effects I, II and III in the various European countries also represents a major increase in knowledge and contributes to illustrating the significance of joining technology in Europe. The following reporting relates to Effect I, Effect II and Effect III. For

comparability purposes, Effect IV and Effect V are not characterised.

Some of the core data of the latest study from 2009 is presented below. Additional data will be presented on the occasion of the lecture at Eurojoin 7 in Venice in May 2009. The entire study with comprehensive data and analysis will be available thereafter.

2. Production values, value added and jobs resulting from the manufacture of joining technology devices and from the manufacture of complementary joining technology goods

The respective national domestic production values for joining technology devices (devices, machines and systems) from the Prodcum 2008 (Eurostat 2008) production statistics are evaluated in the study. Laser installations and robot installations in joining technology are also recorded in this case (Table 1).

The production values for the manufacture of the complementary joining technology goods are recorded in addition to the production values for the joining technology devices (Table 2).

Not only the production values of joining technology but also the value added connected with them as well as the employment are specified. That corresponds to Effect I specified above. The value added indicates (as the name says) the extra value created by the production. It is calculated by deducting the intermediate inputs required for the production from the production value. The relevant employment results from dividing the gross value added by the average working productivity (Table 3).

Not only the production values of the complementary joining technology goods but also the corresponding value added and employment are portrayed. This corresponds to Effect II (Table 4).

A summary of the data for the value added by the manufacture of devices and by the manufacture of complementary goods leads to the following results (Table 5).

Table 1: Production values - Essential results: Germany is the most important producer of joining technology devices in Europe. Around one third of the European production of these goods originates from Germany. In 2007, goods with a production value of almost € 2.6 billion were manufactured in Germany and € 7.5 billion in Europe. In comparison with the preceding study with the data boundary of 2003 (€ 2.3 billion), it was possible to raise the manufacture of joining technology devices in Germany by almost 11%. Other important manufacturers of these devices are Italy with a production value of nearly € 1.2 billion and France with € 323 million. In any case, no information about the laser production in these countries was available. Therefore, their actual production could turn out to be even somewhat higher. In Europe, welding technology devices account for around € 3.9 billion of the production values amounting to € 7.5 billion. This corresponds to a proportion of 52%. Germany is also the most important welding technology producer in Europe. Almost 43% of the European welding technology production originates from Germany, 18% from Italy and 6% from France.

Table 2: Production values for the complementary joining technology goods - Essential results: As far as these goods are concerned, Germany has the highest production value (€ 2.1 billion) closely followed by Italy (€ 1.8 billion) and France (€ 1.5 billion). The resulting production values for these goods in Europe amount to € 12.5 billion. Germany, France and Italy stand out with high production values for the manufacture of welding consumables (€ 576 million in Germany, € 312 million in France and € 303 million in Italy). The production values of welding gases are in the same order of magnitude in these countries. No information about training or further education is available for France or Italy. Therefore, the actual production value of these goods in these countries could turn out to be even higher.

Table 3: Value added and jobs - Important results: In Germany, a value added of € 970 million and the employment of nearly 15.000 people are connected with the manufacture of joining technology devices. In Europe, the value added for these products amounts to nearly € 2.6 billion and the employment to nearly 55.000 people. Around 38% of the value added and 27% of the employment resulting from this production in Europe are thus created in Germany.

Table 4: Value added and jobs resulting from the manufacture of complementary joining technology goods - Important results: In Germany, the production of these goods leads to a value added of € 894 million. 15.352 employees are connected with this. Thus, the production of these goods creates value added and employment similar to those resulting from the manufacture of joining technology devices. One job in the manufacture of the devices safeguards one additional job in the production of complementary goods. In Europe, the production of the complementary goods results in a value added of € 4 billion as well as in the employment of almost 68.000 people. That is more than for the manufacture of joining technology devices. Here, one job in the manufacture of devices safeguards 1.25 jobs in the production of complementary goods. More than one fifth of the value added and employment resulting from the production of complementary goods in Europe is created in Germany.

Table 5: The value added by the manufacture of joining technology amounts to € 6.6 billion in Europe and € 1.9 billion in Germany. Around 122.000 employees are connected with this value added in Europe and around 30.000 employees in Germany.

3. Value added and employment resulting from the application of joining technology

The value added and employment resulting from joining technologies are created not only by the manufacture of joining technology devices and by the manufacture of complementary joining

technology goods but also by the application of joining technology in the joining-intensive sectors, e.g. vehicle construction, mechanical engineering or the manufacture of metal products. The value added proportion created directly by joining technology is assessed in these joining-intensive sectors. The number of employees in welding tech-

nology and joining technology is established in addition.

For Germany, the number of employees in welding technology and in joining technology can be read off the economic branches / occupations matrix of the Federal Statistical Office. At the European level or for other European countries, reference must be made to other data sources about the employee figures. In 2008, DVS therefore conducted a Europe-wide survey of the members of EWF about the number of welders and their related occupational groups. Furthermore, DVS has made its own estimation of the number of welders on the basis of the accepted welder qualification tests. In addition to the welders, there are also other occupational groups associated with welding, e.g. welding supervisors, welding inspectors, welding designers as well as personnel in research and in materials testing, about which DVS has also explicitly gathered data. So-called full-time equivalents of the employees are specified below (Table 6).

However, the subjects under investigation are not only the technology of welding but also other joining technologies such as structural adhesive bonding and mechanical joining as well as thermal cutting and the coating technology of thermal spraying. The numbers of employees dealing with these technologies are also established and added to the employee figures in welding technology. The full-time equivalents are specified for employees in joining technology (Table 7).

With these employee figures, it is possible to calculate the values added by the application of joining technology (Table 8).

4. Summary

(1) Joining technology constitutes a cross-sectional technology which is used in and for many sectors. With regard to the utilised materials and the applied technologies, there are close relationships to manufacturers, suppliers, customers and users.

(2) The objective of the study sum-

Table 6: Full-time-equivalent employees in welding technology - Important results: In Europe, there are nearly 820.000 welders. If the additional occupational groups associated with welding are added, the figure increases to an ample 1.1 million full-time-equivalent employees in welding technology in Europe. Of these, Germany accounts for 150.000 welders or 250.000 employees in welding technology. This corresponds to 18% of the welders or 22% of the employees in welding technology.

Table 7: Full-time equivalents in joining technology - Important results: In Europe, there are around 2.5 million full-time-equivalent joining technologists. Of these, 448.000 are active as joining technologists in Germany. This corresponds to a percentage of 18%.

Table 8: Via the sectorally specific working productivities, a value added by the application of joining technology amounting to € 22.5 billion is connected with these 448.000 full-time-equivalent joining technologists in Germany. The value added by the application of joining technology thus amounts to twelve times the value added by the manufacture of joining technology. For Europe, a value added of no less than € 90 billion can be calculated with the specified 2.5 million full-time-equivalent joining technologists and the sectorally specific working productivities. That is four times the German value added. For Europe, this value added by the application of joining technology thus amounts to around 14 times the value added by the manufacture of joining technology.

marised here is to quantify the significance of joining technology for the German national economy, for selected countries in Europe as well as for Europe as a whole. The value added and employee figures resulting from the manufacture of joining technology devices, from the manufacture of complementary joining technology goods and from the application of joining technology in joining-intensive sectors were calculated in this case.

(3) For Germany, the manufacture and application of joining technology result in a value added of € 24.4 billion with the employment of 478.000 people. Compared with the preceding study from 2005 which established a value added of € 22.8 billion, the value added turned out to be almost 7% higher this time. 478.000 employees were connected with this value added in Germany in 2007. The preceding expert report indicated an employee figure of 557.000 people which turned out to be 80.000 people higher than in the current expert report. This is principally because the delimitation of which proportions of which occupational groups should be included in the joining technologists has changed in the meantime. Therefore, the employee figures between the two studies from 2009 and 2005 may be compared with each other to a restricted extent only. Furthermore, a role has also been played by the increased working productivities in the individual eco-

nomical branches and by technical progress.

(4) The value added by the manufacture and application of joining technology in Europe amounted to around € 97 billion in 2007. That is three and a half times the corresponding value added for Germany. Over 2.6 million employees were connected with this value added in Europe in 2007. The number of employees connected with the manufacture and application of joining technology in Europe is almost five times higher than the corresponding German employee figures.

(5) Only a very small proportion (€ 970 million) of the total value added by joining technology in Germany (€ 24.4 billion) was accounted for by the manufacture of joining technology devices. Around 15.000 people were employed with this in Germany in 2007. The manufacture of the required complementary joining technology goods resulted in a value added of € 890 million and in another 15.000 employees in Germany in 2007. However, the largest proportion of the value added was not created by the manufacture of joining technology but instead by the application of joining technology in the joining-intensive sectors. In the German national economy, a value added of around € 22.5 billion was achieved by the application of joining technology. In this respect, 448.000 joining technologists were employed in the joining-intensive

sectors. Thus, one out of 25 units of value added is accounted for by the manufacture of joining technology devices, nearly one additional unit by the manufacture of complementary goods and 23 units by the application of joining technology. With regard to the employment, the leverage turns out to be even greater: one employee in the manufacture of joining technology is counterbalanced by no less than one more employee in the manufacture of complementary goods as well as 30 employees dealing with the application of joining technology.

(6) At the European level, the ratio in which the individual effects contribute to the overall effect is similar to that in Germany. Only a very small proportion (€ 2.6 billion) of the total value added by joining technology in Europe

(€ 97 billion) was accounted for by the manufacture of joining technology devices. Around 55.000 people are employed with this. The manufacture of the required complementary goods resulted in a value added of € 4 billion and in 68.000 employees in Europe in 2007. The largest proportion of the value added was created by the application of joining technology in the joining-intensive sectors. A value added of no less than € 90 billion was achieved by joining technology in Europe. In this respect, nearly 2.5 million joining technologists were employed in the joining-intensive sectors. One out of 38 units of value added is accounted for by the manufacture of joining technology devices, around one and a half units by the manufacture of complementary goods and about 35 units by the application of

joining technology. With regard to the employment, the leverage turns out to be even greater at 48: one employee in the manufacture of devices is counterbalanced by no less than one employee in the manufacture of complementary goods as well as nearly 46 employees dealing with the application of joining technology.

(7) The fundamental orders of magnitude with regard to what extent the individual effects contribute to the overall effect coincide in all countries: a strong leverage emanates from joining technology: value added and employment are created by the manufacture of joining technology to a small degree only. The vast majority of the value added and employment is created by the application of joining technology in the joining-intensive sectors.



Klaus MIDDELDORF, Education, Vocational Training, first Job Assignments; Study of Mechanical Engineering - University of Essen/Germany (Diploma 1982); Scientist/Materials Science - University of Essen/Germany (Thesis 1986); Project Manager Paper Production - Procter & Gamble, Euskirchen/Germany (1986-1988); Managing Director Research & Development - Federation of Industrial Research Associations - Cologne/Germany (1988-1999); Managing Director Research & Development - DVS - German Welding Society - Düsseldorf/Germany (since August 1999); General Manager - DVS - German Welding Society - Düsseldorf/Germany (since January 2006).





Venezia Lido, 21-22 Maggio 2009



EUROJOIN 7

Seventh European Congress
on Joining Technology

GNS5

Fifth Edition of
Italian Welding Days

SPONSORS



AEC Technology - Campagnola Cremasca CR
Air Liquide Welding - Verona VR
ASG Superconductors - Genova GE
Aspirmig - Virle Piemonte TO
Böhler Welding - Milano MI
BYTEST - Volpiano TO
CEA - Lecco LC
CIA MATHEY ITALIANA - S. Dam. di Brugherio MI
ESAB - Mesero MI
ESARC - Milano MI
ESI Italia Bologna BO

GE Sensing & Inspection- 2004 Agrate Brianza MI
F.B.I. - S. Damiano di Brugherio MI
INE - Cittadella PD
ITW Welding Product Italy - S. Giuliano Mil. MI
Lansec - Cinisello Balsamo MI
Lenzi Egisto - Vaiano PO
Lincoln Electric Italia - Serra Riccò GE
Linde Gas Italia - Arluno MI
Orbitalum - Singen (D)
Olympus Italia - Segrate MI
Rivoira - Torino TO

Sandvik - 20156 Milano MI
Schweissen & Schneiden - Milano MI
Selco - Onara di Tombolo PD
SE.MAT - 20043 Arcore MB
SIAD - Bergamo BG
SOL Group - Monza MI
Tecnoelettra - Calco LC
Trafilerie di Cittadella Fileur - Cittadella PD
WEC - Taranto TA
Welding Alloys - Peschiera Borromeo MI

Venezia Lido, 21 - 22 May 2009

Research trends in welding technology ^(°)

L. Quintino *



Summary / Sommario

Welding technology is one of the most widely used processes in manufacturing and its impact in global economy is significant. Moreover the failure of welded structures has led to catastrophic disasters with lost of lives.

Welding is a particular technology which needs to have its quality assured, due to its role in the performance of constructions which ranges from bridges and airplanes to chairs and window frames. A good example of the relevance of welding technology is the effort that has been put in the development of standards that guide manufacturers in many of the aspects related with welding, from welding procedures, to personnel certification to inspection. Furthermore industry is continuously seeking for methods that allow increasing productivity and quality but preferably with no burden in costs. All these aspects create a very challenging environment for the research communities working in welding technology and when performing this type of work researchers are faced straight away with the fact that any aspect of innovation in welding has to include a diversity of subjects which range from behaviour of gases at high temperatures, materials - chemical composition, microstructure, mechanical behaviour, to heat and fluid flow, to structural behaviour and many more. Last but not least an aspect that has preoccupied the industry and has led to the need of research work is the health and safety aspects related with the use of arc welding processes.

The present paper outlines the themes in welding technology that have been more widely addressed in the recent research work undertaken around the world. The data used has been collected by analyzing recent publications in recognized sources of information in the field.

.....
Il processo di saldatura è uno dei più utilizzati nella fabbricazione ed il suo impatto sulla economia globale è importante. Inoltre la rottura di strutture saldate ha portato a disastri con

perdite umane. La saldatura è una tecnologia particolare che necessita di una qualità certa per il suo ruolo nella prestazione delle costruzioni, che spaziano dai ponti ed aeroplani a sedie ed infissi.

Un esempio significativo dell'importanza della tecnologia della saldatura è dato dagli sforzi che sono stati intrapresi nello sviluppo di normative che guidino il fabbricante nell'affrontare i molti aspetti legati alla fabbricazione di prodotti saldati, dalle procedure di saldatura alla certificazione del personale. Inoltre, l'industria è alla continua ricerca di metodi che consentano un incremento della produttività e della qualità preferibilmente senza un aumento dei costi. Tutti questi aspetti creano un ambiente stimolante per la ricerca tra coloro che si occupano della tecnologia della saldatura e quando questa viene intrapresa i ricercatori si trovano subito di fronte al fatto che ogni aspetto di innovazione deve comprendere una pluralità di argomenti che variano dal comportamento dei gas ad alte temperature alla composizione chimica, alla microstruttura, alle caratteristiche meccaniche dei materiali, al comportamento delle strutture e altro ancora.

Ultimo, ma non meno importante, aspetto che ha preoccupato l'industria ed ha portato alla necessità di una ricerca mirata è la salute e la sicurezza nell'utilizzo della saldatura ad arco. Il presente intervento descrive gli argomenti legati alla tecnologia della saldatura che sono stati maggiormente affrontati nelle più recenti ricerche effettuate in tutto il mondo; i dati utilizzati sono stati raccolti analizzando recenti pubblicazioni di fonti di informazione qualificata del settore.

Keywords:

Europe; fusion welding; research and development; reviews; USA.

(°) Memoria ad invito presentata alla cerimonia d'apertura di Eurojoin 7 - GNS5 svoltasi a Venezia Lido il 21 e 22 Maggio 2009.

* Chief Executive of EWF - TagusPark (Portugal).

I. Introduction

The importance of welding to the global economy is known to be of significant relevance though estimations of its real impact done on a study conducted in Germany in 2005. This thorough study, based on collection of data, statistical analysis and modelling, led to results that show that the total added value generated by European joining industry is around 83 Billion Euros per year and estimates that approximately 2 million people work in welding and related technologies.

It is also well known that, if welding is not done properly, catastrophic failure of constructions can occur which create serious damage to people and also represent significant economic losses. In Figure 1 it is shown a well know disaster occurring in the Liberty ships in the 2nd world war. This was caused by brittle fracture initiating from a weld defect.

Fortunately such occurrences are reduced these days, but even a quick search in "google" will show an accident that occurred in 2008 in a construction site in New York (Fig. 2) where a tower crane at a high rise apartment building collapsed in a busy Manhattan residential neighborhood, raining steel down on a building near the jobsite and killing two workers.

Although the immediate cause of the accident was unclear, investigators were focusing on a weld connecting the crane turntable to its base [1].

Mistakes in welding can be costly for other reasons. For example it has been estimated that the cost of repairing an unacceptable weld can be 5 to 6 times the cost of welding it correctly in the first time.

For all these reasons standards in welding cover a very wide range of aspects and are mandatory in many industries [2] (Table 1).

One of the interesting aspects that relates all the above is the need to significantly invest in research and subsequent testing

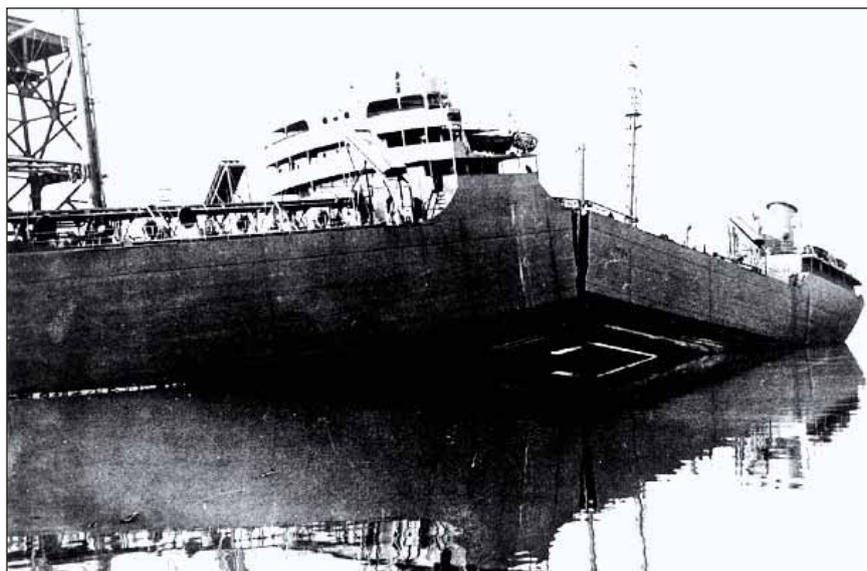


Figure 1 - Failure of welded structures.

of new welding processes, materials, equipments, etc. before creating standards that refer to these developments. A good example might be the use of gas shielded arc welding processes in substitution of manual metal arc welding which is now included in a large number of the approved standards. Laser and electron beam welding are also now referred in standards and it is expected that other advanced processes like e.g. friction stir welding will soon appear in these documents.

The research community in welding technology is diversified due to the large variety of aspects that need to be studied. It is likely that the behaviour of plasmas at high pressures, needed in underwater welding might be addressed by physicists while the behaviour of composite materials under localised heat inputs might be better studied by metallurgists and sensor systems by systems engineers or innovation in welding processes by mechanical engineers.

Multidisciplinary teams are

thus common in many research groups as well as collaboration between groups and research organisations with complementary expertises. All this makes research in welding a challenging, interesting, demanding area.



Figure 2 - Collapse of crane in construction site.

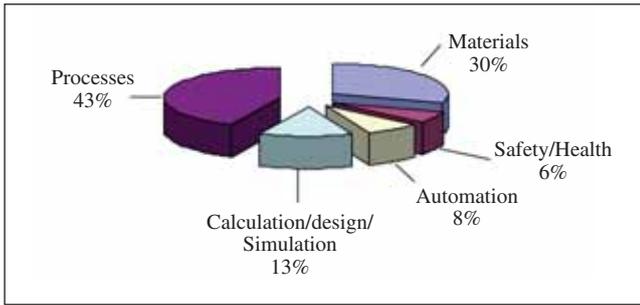


Figure 3 - Fields of Research in Welding [3].

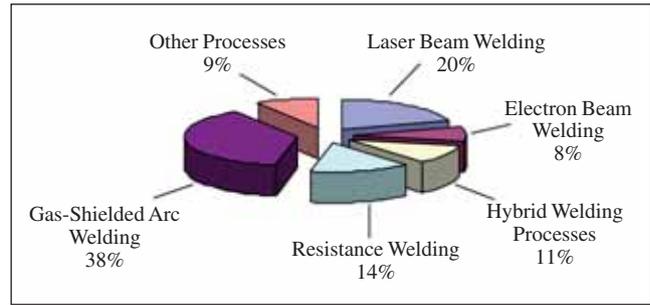


Figure 4 - Research in Welding Processes [3].

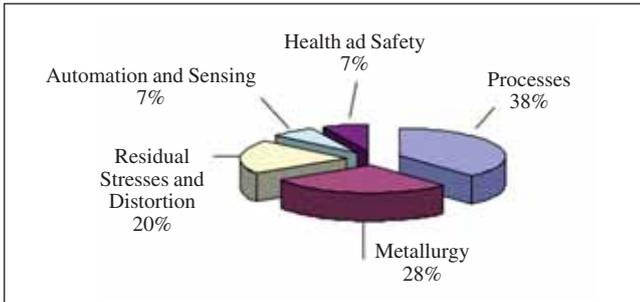


Figure 5 - Actual Fields of Research in Welding.

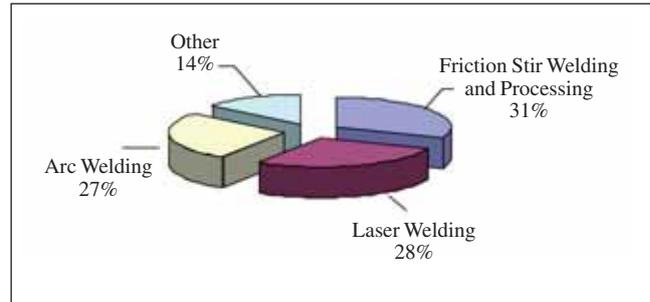


Figure 6 - Actual Fields of Research in Welding Processes.

2. Welding Research

The study on the impact of welding and its development presented by DVS, Germany in 2005 [3] pointed out that the main areas being addressed were Welding Processes, Materials, Calculation, Design and simulation, Automation and Health and Safety. In Figs. 3 and 4 the data collected from 255 projects carried out between 1998 and 2005 is presented.

A new study, sponsored by DVS and EWF is being carried out at present which will give information about the impact of welding technology in Europe. Its publication is scheduled for the second trimester of 2009.

In order to access the actual trends in welding research it was decided to use a methodology consisting in conducting a survey of the research papers published in 2007, 2008 and 2009 in welding journals widely used in the scientific community, and in on line literature resources by using as key words "welding research". Also an analysis was done on the papers presented in the Conference "Trends in Welding Research" which took place in the USA in mid 2008 [4, 5, 6, 7].

The starting point was to consider the areas related with welding technology as

defined in the international training and qualification system: Welding processes and equipment, Materials and their behaviour during welding, Construction and design, Fabrication and applications engineering but taking a closer look at the contents of each of these areas and of the papers analysed it was decided to organise the survey for the present study on: Welding Processes, Metallurgy, Residual stresses and distortion, Automation and sensing and health and safety.

There are obviously many another areas that could have been considered where research is being done and is of major relevance, Non destructive examination is an example of one of these, nano and macrojoining and welding another but many of the research papers published in these topics can be found in different journals than the ones analysed in the present survey.

The two welding journals present in one of the most widely used scientific data bases - "Web of Knowledge" are the "Welding Journal" and "Science and Technology of Welding and Joining" thus a close look was taken in the papers published in these journals in the last two years. The contents of Ingenta Connect related with welding research were also analysed. Though many more

publications and databases could have been focused this would have been a mammoth task impossible to accomplish in the time frame available.

From the research conducted it was found that the topics focused on scientific papers in welding technology address the areas indicated above, being welding processes the theme more widely published (Figs. 5 and 6).

It is curious to verify that in comparison with the data published in 2005 [3] there is a major difference in the welding processes addressed since friction stir welding and processing is these days important along with laser welding and arc welding. In metallurgy and distortion a majority of the papers focus on modeling.

The trends verified in published papers follow closely the contents of the presentations of the last conference "Trends in Welding Research", which took place in June 2008 in Pine Mountain, USA, where there was an emphasis on modeling, and friction stir processes accounted for 30% of the papers presented.

Modeling in welding focus mainly the integration of all welding related aspects. Engineers involved in welding try to find the optimum balance between distortions, residual stresses, microstructure characteristics and to relate these

with welding processes heat and fluid flow. Simulating the welding processes aims to control welding in a way that it minimizes the stress gradient and the distortions and avoiding microstructures that will be detrimental to the mechanical behaviour of the welded construction. The development of integrated models is thus a demanding task where research is necessary to optimize welding procedures.

Friction stir welding has since its invention in the 90's caught the attention of the industry and the research community due to its potential to weld mainly aluminium with very good results. The fundamentals of the process differ from fusion welding since there is no melting and solidification of the material being welded. In FSW the heat generated is mostly related with the plastic deformation of the material and the results obtained are a combination of the effect of the heat input, flow of the material around the pin and metallurgical transformations.

With the increase of the industry's interest in using this process more research is needed and variants of the processes are being developed. Friction stir processing is a quite recent one where attention is being paid.

Laser welding will always be a process where high productivity is achieved associated with high quality welds. Diode lasers and diode pumped solid state lasers have been the subject of innovative developments in the last decade. More recently high power diode pumped fiber lasers were developed with attractive characteristics for materials processing applications. These developments are leading to further research work in laser welding.

Arc welding encompasses the processes more widely used in welding fabrication namely of large scale constructions where productivity and quality will always be in search when developments in this area are focused. Examples of recent innovations include the high deposition GMAW variants like twin arc

and tandem, the low heat input variants like CMT, Fast root, STT for thin plate and root passes, the increase of penetration in GTAW by using the keyhole mode and the hybrid arc/laser variants which find applications in many industries as e.g. pipeline welding.

Automation, robotics and sensors are of course very much related with welding processes and the main aims of the research work focus on better control systems to improve the quality and productivity of the results obtained.

An emerging area of research deals with health, safety and ergonomics in welding. The new environmental, health and safety legislation, both in EU and USA is driving the need for the study of new operational procedures that will reduce fume emissions and promote a

healthier, safer and more productive work environment. Ergonomics is a more recent concern which will lead to reduction of sick leave among welders.

3. Conclusions

The survey presented in the present paper aims at giving information on the topics more widely addressed in welding research in the last two years by analyzing a sample of journals, conferences and publications in welding.

The results show that significant resources are being applied to research in welding processes, integrated modeling including microstructure characterization, stresses, distortion, and processes characteristics.

References

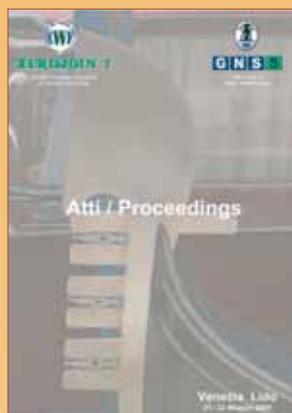
- [1] <http://www.nytimes.com>.
- [2] «Overview of Fusion Welding Standards», Mathias Lundin, Swedish Welding Commission, July 2008.
- [3] Trends in Joining - Value added by Welding Eurojoin 6 Conference Santiago de Compostela/Spain, June 2006, Middeldorf K., Jerzembeck J., Lehmann M..
- [4] «Welding Journal», issues of 2007, 2008 and 2009.
- [5] «Science and Technology of Welding and Joining», issues of 2007, 2008 and 2009.
- [6] <http://www.ingentaconnect.com>.
- [7] 8th International Conference «Trends in Welding Research», June 2008, Pine Mountain, USA.



Luisa QUINTINO, graduated in Mechanical Engineering in 1977 from the Lisbon Technical University - Instituto Superior Técnico (IST). She received the Degree of Doctor of Philosophy from Cranfield Institute of Technology in 1986 and her Ph.D. Mechanical Engineering from IST. Since 1977 she is with the Mechanical Engineering staff of IST, where currently she is Associate Professor. Her research activities include analytical and numerical simulations of welding processes, friction stir welding, adhesive bonding of aluminium and arc welding. She has published 90 papers in journals, conferences and books. Prof. Quintino is Chief Executive of the European Federation for Welding Joining and Cutting since 1991. She has been awarded two honorary professorships and several international awards (Brooker Medal 2003, The Welding Institute, 2004; International Meritorious Award, American Welding Society, 2001; Adams Memorial Membership Award, American Welding Society, 1994).

Pubblicazioni IIS - Novità 2009

Atti / Proceedings - Eurojoin7/GNS5 (Venezia Lido 21-22 Maggio 2009)



Invited papers

- Value added and jobs resulting from joining technology in Germany and in Europe
- Research trends in welding technology
- Computer science in welding fabrication

Technical Session 1

Welding of advanced base materials and consumables / La saldatura di materiali base e d'apporto innovativi

Technical Session 2

Reliability of welded components and structures / Affidabilità di componenti e strutture

Technical Session 3

Advanced and improved traditional welding processes / Sviluppi dei processi di saldatura e processi avanzati

Technical Session 4

Welding fabrication management / Gestione della fabbricazione di prodotti saldati

Technical Session 5

Automation, robotics and sensing systems / Automazione, robotica, sensoristica

Technical Session 6

Diagnostic and NDT on welded components and structures / Diagnostica e PND su componenti e strutture saldate



**ISTITUTO ITALIANO
DELLA SALDATURA**

Divisione PRN
Maura Rodella

Lungobisagno Istria, 15
16141 GENOVA

Tel. 010 8341385
Fax 010 8367780

Email: maura.rodella@iis.it
www.weldinglibrary.com
www.iis.it

2009, 560 pagine, Codice: 101194, Prezzo: € 100,00

Soci IIS - Membri IIS Club, Prezzo: € 80,00

Venezia Lido, 21 - 22 May 2009

Computer science in welding fabrication ^(°)

R. Molino *



Summary / Sommario

Welding fabrication in industrial environments is labour intensive, time consuming, hazardous and often prove to be arduous, tiring and unhealthy. Lean and intelligent automation of welding, made available by computer science and robotics, offer a great opportunity to strengthen the manufacturing companies competitiveness in cost, quality, and delivery time. The automation hardware and software resources must be capable of emulating the experience about the welding process and manipulation ability of human operator arms and also to go beyond human capabilities by extra perception, extra degrees of freedom and extra reach, if useful or needed. Intelligent attributes emulating the ability of the skilled welder encompass intelligent decision making, adaptation to cope with uncertainties, application of built-in or acquired knowledge, rules and procedures for real time tuning of welding parameters.

Further robotized automation allows reliable and robust welding in special (micro, submerged, contaminated etc.) environments where human hands cannot work.

The system must have the physical attributes to perform dexterous manipulation tasks for complex 3D joining trajectories in a difficult and sometimes constrained environment. The end-effector has to be manipulated along a trajectory, where orientation and speed of the welding tool are critical process parameters.

The paper presents status and new trends in welding due to the application of computer science and robotics.

.....
La fabbricazione mediante saldatura è un lavoro pericoloso, spesso difficile, faticoso, insalubre e richiede tempo. Una automazione agile e intelligente, resa disponibile dall'infor-

matica e dalla robotica, offre una grande opportunità per rafforzare la competitività delle aziende manifatturiere in termini di costi, qualità e tempi.

Le risorse hardware e software dell'automazione devono essere in grado di emulare l'esperienza nei processi di saldatura, l'abilità di manipolazione dell'operatore e, se del caso, andare anche oltre le capacità umane sfruttando una maggiore percezione extrasensoriale, un più ampio grado di libertà ed un maggior campo d'azione se utile o necessario.

Le caratteristiche intelligenti che emulano le capacità di un saldatore comprendono la capacità di prendere decisioni opportune, la capacità di reagire senza incertezza, la possibilità di applicare od acquisire conoscenze, regole e procedure ad una regolazione in tempo reale dei parametri di saldatura. Ulteriori automazioni robotizzate permettono di avere saldature affidabili in ambienti speciali (ristretti, sommersi, contaminati) dove l'uomo non potrebbe lavorare. Il sistema deve avere le capacità fisiche per fornire agili prestazioni nel caso di complesse traiettorie 3D in ambienti difficili e a volte obbligati.

L'end-effector deve essere manipolato lungo una traiettoria nella quale orientamento e velocità dell'attrezzo di saldatura sono parametri critici per il processo.

L'articolo espone lo stato dell'arte e le nuove tendenze nel campo della saldatura rese disponibili dall'utilizzo dell'informatica e della robotica.

Keywords:

Artificial intelligence; automation; computer programs; fusion welding; review; robots; simulating.

(°) Memoria ad invito presentata alla cerimonia d'apertura di Eurojoin 7 - GNS5 svoltasi a Venezia Lido il 21 e 22 Maggio 2009.

* SIRI - Italian Robotics and Automation Association - Genoa (Italy).

Need for automation

The welding process is typically uncertain and its dynamics may vary with welding conditions. Traditional welding is performed by skilled operators able of detecting and correcting most major faults as the joint is fabricated, thereby achieving satisfactory weld quality. In modern manufacturing, however, the level of welding automation is extending either because it allows to reduce the fabrication costs and time to market either because automated welding processes free the humans from heavy, demanding, stressing, unpleasant and unhealthy work.

Flexible automation and remote control by telerobotics are needed for welding tasks in risky environment such as maintenance in nuclear power plants and contaminated environments, pipes repairing undersea or underground, construction of space stations.

Unlike human operators, robots do not have built-in intelligence. Without on-line sensing, their performance cannot be evaluated until the process is complete and off-line testing performed. When defects are detected off-line on the weld workpiece, costly repairs must be made, which also may impair the

quality of the weld. Therefore, online sensing is essential to ensure consistently high standards and to reduce post-weld repair costs in automated welding. However, the development of reliable non-contact, non-destructive, on-line sensors, which are able to detect defects as they form and with the capability of operating at high temperatures and in harsh environments, remains a big challenge to a fully automated robotic welding process. Quality, repeatability, manufacturing efficiency, and especially health and safety all call for the increased use of automation in the welding environment.

The integration of mechanics, electronics, and computer science meets the demands of higher performance systems and new applications [1,2]. The combination of these disciplines improves the responsiveness, flexibility, quality, reliability, and capability of the welding systems by providing the ability: - to more fully sense the process through a smart multi-sensorial system, - to more efficiently and robustly control the process, - to improve the welding tool and work-pieces manipulability, - to synthesize and set-up the welding knowledge in simple but significant digital models.

The improvement in the areas of sensors, modelling, control and manipulation and their synergistic integration will allow to enhance the performances of welding process also through the development of more autonomous welding systems that exploit intelligent knowledge based controls [3,4,5]. The schema in Fig. 1 shows

the interactions of these areas and the typical domains they belong to.

The following sections are dedicated to a short review of needs and advances in these topics.

Modelling and simulation

A great deal of significant work has been done on the modelling of welding processes. In general, welding models can be based either on a priori or a posteriori knowledge.

A priori models are based on the physical process knowledge and have been successfully applied for simulating various phenomena of the highly complex, dynamic, non-linear and multi-variable welding processes. Many welding models can be developed and virtually analyzed through simulation. These models are different not only because referred to different welding processes but also because they have to be significant for the scope of their main use: off line for welding parameters setting before the welding task execution and on line for use in real time in model based welding control systems. Off line models are generally used for the detailed understanding of the physics of welding. The model has to be as complete and adherent to the reality as possible; a high flexibility in the parametrization will made the virtual process gained by simulation an efficient alternative to laboratory experiments when adapting or optimising joining operations. In this case the heavy computational time and realistic visualization effort can be accepted in spite of the process accurate reconstruction. Off line use of these simulators allows to solve the so called welding inverse problem by computing a set of welding parameters [6] corresponding to a given seam quality by applying a simple but time consuming trial and error method, typical of simulation.

For special off line applications simplifying assumptions are admitted but the achievement of truthful results is more important than computational efficiency while in case of real time applications a great effort has to be dedicated to the better compromise between the accuracy of the model and its computational efficiency. The main focus is to close the loop on the out-of-position welding

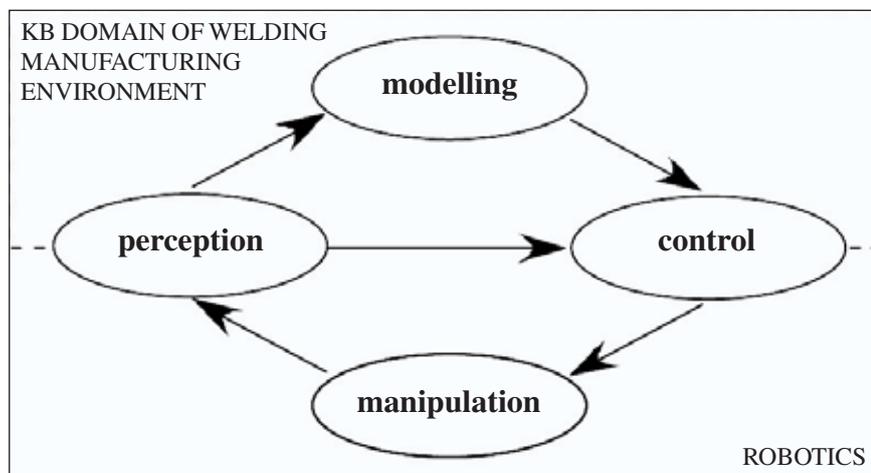


Figure 1 - The areas of intelligent welding systems.

process and the intent is to use this model as reference model in adaptive non linear control schemes. As a consequence of this goal, the focus of the modelling effort is on the understanding of the weld pool, the forces acting on it, and the relationship of its geometric parameters and weld quality. Alternative focus exist like understanding of the processes of metal transfer from the melting electrode to the weld pool.

Some researchers have chosen to model the process using finite element and finite difference techniques. These have been very helpful: understanding the welding process, identifying the behaviour of the characteristics of the weld pool, analyzing the solidification process, the formation of droplets [7] and the modes of metal transfer; but, because these models do not run in real time, they are of limited use for controlling the process directly.

The physical based modelling approach is extremely time-consuming for industrial applications and very costly because of the great demand of mathematical modelling, translation of the model in a simulation tool and planning the experiments; it is extremely unsuitable to embed these models within the control system.

This has brought the possibility of using a posteriori models based on empirical results. A multiplicity of data are gathered from a physical welding reference process and stored in a data base. Computer science techniques such as neural networks and regression analysis are applied in order to identify the welding process models [8]. These models are generally simple and algorithms lean, well suited for control applications and especially interesting in situations where physical background knowledge is rare, time for model creation is limited or execution speed is a priority. Such models are robust, real-time capable and relatively easy to apply. For some years, these empirical techniques have therefore successfully been applied within the field of automated welding but empirical models are however unqualified to fully substitute theory-based approaches due to essential disadvantages like the inherent data inaccuracy, difficulties to differentiate between significant and insignificant input, limitation of the number of result variables to the experimental

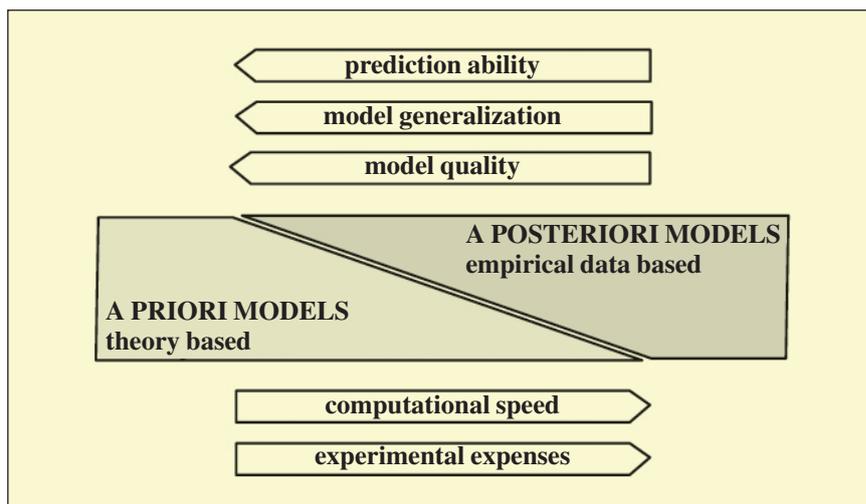


Figure 2 - Model qualitative characteristics referred to the weight of the a priori core versus the a posteriori core.

output, inability to reflect drastic qualitative changes of process output due to a change in the process mode, e.g. mode of drop transfer in arc welding [9].

Recently also hybrid techniques have therefore been developed that intent to combine the properties of the physical principles knowledge based and the empirical models as schematically explained on Fig. 2.

Mathematical models of the welding process are complicated due to the inherent complexity and non-linearity of the processes involved. They represent a research issue under development but there are many facets of the problem that have only been touched on, and much more work needs to be done.

Perception

In order to improve welding fabrication a good knowledge of the welding process is due. Because the fabrication environment is dynamical and uncertainties have to be considered, on line knowledge of the actual environment through suitable sensorial and perception systems is needed.

Closed-loop control of the welding processes may require the direct observation of the molten weld pool in a local environment dominated by a very intense light emission from the arc that causes a very unfavourable signal to noise ratio because of its spectral lines distributed across the full spectrum are orders of magnitude more intense than

the desired signal [10]. Today no suitable sensor exist on an industrial level that can perform a robust weld pool monitoring in an industrial environment and the vast majority of the industrial structural welding work is therefore still being made manually because more advanced closed-loop welding process control is required to automate many weld tasks, although some simple situations allows robotised solutions to be applied. In laboratories various systems have shown the potential of closed-loop process control and much research has been performed for the last couple of decades in order to allow better control of the welding process [11,12]. However, due to the said very complex nature of the processes the success has been very limited and only more effective sensors and model based closed-loop process control seem to be able to solve the general welding situation.

The requirements to sensors depend enormously on the application [10]. For seam tracking and/or in some open-loop process control applications the sensor typically only needs to obtain information about the joint geometry a certain distance ahead of the weld pool, while closed-loop process control may call for sensing directly in the molten weld pool and therefore also very close to the welding arc [9].

Seam tracking sensors

In order to achieve good welding quality, seam tracking is needed to align the torch along the welding seam, despite

distortion or poor jig fixing. Optical, ultrasonic, through-the-arc and tactile sensing are the sensing physical principles most commonly used in industrial robotic welding today to achieve high positional accuracy.

The vision based laser sensor involves an illumination of the groove with a laser light beam/curtain and a camera that measures the groove position and geometry through triangulation [11,12].

The laser-based vision sensor is the most widely used technology due to its high speed, high accuracy and high robustness in the welding environment, however, laser-based visual sensors are very sensitive to the material surface conditions. In such case, e.g. for welding of titanium alloy, the laser based vision sensors cannot be directly used for detecting the weld seam profile because the surface of such a material is highly reflective to a laser light, but the correct weld-seam profile can be established from the distorted raw data by suitable signal processing, see Fig. 3.

An example is given in [13].

In welding processes such as Tungsten Inert Gas (TIG) and Metal Inert Gas (MIG) monitoring or control of the welding operation relies on obtaining a clear visual image of the weld pool area. For example, the weld pool tracking relies on monitoring the position of the weld pool relative to the joint line and control of the depth of weld pool penetration requires feedback control of the weld pool width [14].

During the welding operation as the arc light will obscure the image of the weld pool, its geometry detection by cameras is difficult to achieve. However, illuminating the weld area with a laser has been demonstrated to effectively overcome the masking effect of the arc light. Clear images of the TIG and MIG welding processes have been demonstrated using an Nd:YAG Pulsed laser to illuminate the weld area. The prohibitive factor for widespread application of laser illumination has been the cost of a suitable laser. Recently researchers [15] presented results obtained by using an alternative lower cost laser illumination system. Experiments showed that a large proportion of the laser light is reflected away from the camera and the power of the proposed laser diode cluster was limited to relatively low welding currents. Consequently, future work will be directed at techniques to increase the power of the laser diode cluster.

Such laser sensors may also find some use for open-loop welding process control where the geometry (it may be the gap width) measured at some distance in front of the welding torch is used to predict the welding parameters such as wire feed speed, voltage, welding speed etc.

Through-Arc Sensing is a non contact sensing method that relies on detecting changes in arc voltage and or current during welding. The raw arc voltage and welding current signals are digitized using digital data acquisition instrumen-

tation. Signal-processing techniques are then applied to extract arc stability information from which weld quality may be inferred.

This technique is attractive because is non-intrusive since voltage and current signals can be captured remotely from the point of welding; making use of inexpensive and robust sensors it is low cost. Through-the-arc sensing can be used to detect different quality indicators as arc-start quality, steady-state arc stability, the mode of metal transfer. Furthermore, the technique is useful for detecting the onset of GMAW process disturbances including variations in tip-to-work distance, insufficient shielding gas coverage, electrode feeding problems, joint fit-up problems, and contact tip wear [16,17].

Ultrasonic sensors are used to detect weld-pool geometry and discontinuities in real time. Traditional ultrasonic transducers require intimate surface contact and fluid couplants, which are not applicable to on-line weld inspection, where high temperatures and rough surfaces are usually present [14]. One alternative to the conventional contact ultrasonic method is laser ultrasonic testing, which has attracted a lot of research effort since it was first demonstrated by [17]. In such a system, a pulsed laser was used to generate ultrasound and a laser interferometer was used to pick up the ultrasound propagating through the inspected media. An improved solution substitutes the laser receiver requiring shining and smooth surface finish over the inspection region, which usually does not exist in the welding environment, with an electromagnetic acoustic transducer. This is a non-contact transducer that doesn't require couplants or special surface preparation and can be made to operate at elevated temperatures.

Radiographic sensors [14] detect a change in the transmitted intensity of a gamma-ray or an X-ray beam that arises from the fact that a defect and its surrounding metal have different absorption coefficients. Traditional radiographic inspection uses high-quality film to take images but now, radiographic inspection made film-less and employed in real-time applications. The safety hazards associated with the use of X-rays and gamma radiation are the major drawbacks for this method.

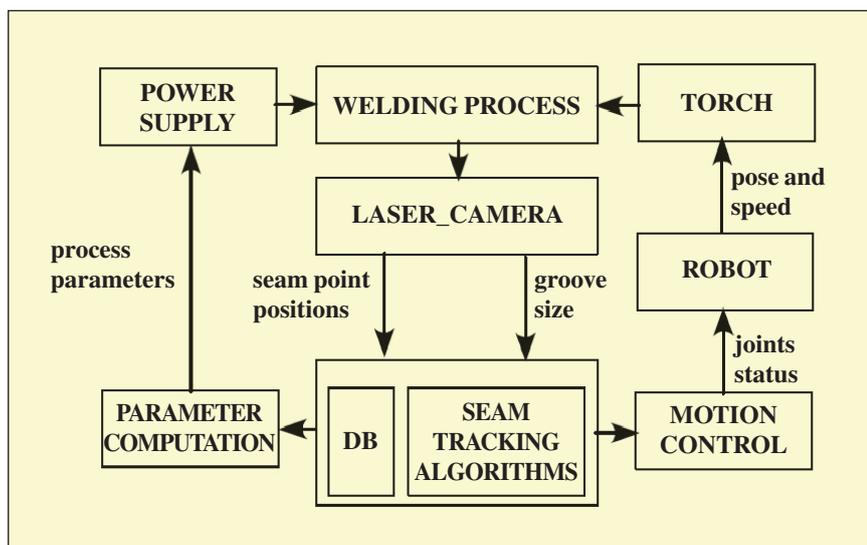


Figure 4 - Typical use of exteroceptive sensors within a robotic welding system.

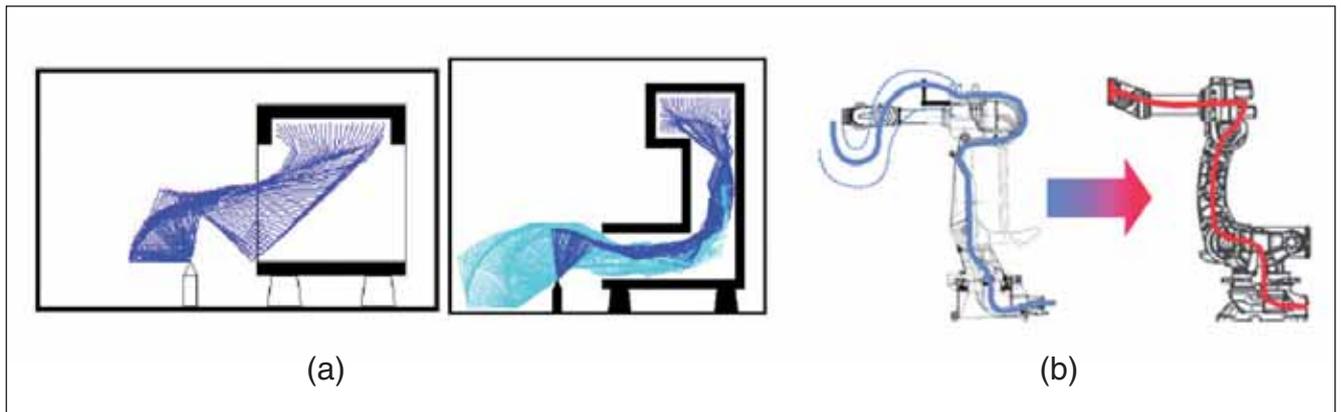


Figure 4 - (a) Traditional wrist cabling versus hollow wrist robot cabling (courtesy COMAU); (b) Comparison of agility in constrained spaces of 4 degrees of freedom (dof) and 10 dof robots (courtesy Wunderlich).

Tactile sensors are used off line in robotic welding for contour recognition of unknown geometries [18]. A digitizing head with a touch sensitive tracer pin is mounted as end effector of the robot and used in teach-in mode for welding path digitizing. Once the geometry has been digitized, it is replaced by a welding tool.

Sensors fusion

Field experts agree that no one sensor but a combination of sensors will be capable of fully understanding of the welding process and assessing the performance and quality of welds produced with these fully automated systems [19]. Just as human welders use multiple sensors and in-depth knowledge of the process to identify when the process is within acceptable bounds, fully automated systems must have similar, and perhaps more quantitative capabilities. The term sensor fusion is used to express both the use of multiple sensors of a single type, sometimes placed in a spatially distributed array, and the use of sensors of different types. In any case the sensorial system is used to better detect the welding process status and the actual geometry of the environment.

To develop a comprehensive model of the weld as it occurs a tightly integrated system of sensors is required. It is expected that these systems will rely on vision and acoustic sensing for the majority of their information, as well as current and voltage signals.

It is outlined that there is still a huge need for developing new sensors for the welding industry. The commonly used

sensors mainly used for seam tracking are feasible for automating many common weld tasks. However, to increase the degree of automation in structural welding new sensors e.g. based on vision and new multi-sensors perception systems are needed.

Robotics

Dexterity

Full mobility robots with long reach and redundant arms (more than 6 mobilities) would be of great benefit for welding applications since often welding is done in difficult to reach, confined areas and the welding effector has to work with the prescribed pose (orientation and position) and speed all along the welding trajectory [20].

Multiple solutions to the inverse kinematics of redundant kinematic chains would aid greatly in obstacle avoidance and the elimination of singularity issues allowing smooth trajectory execution without sudden changes in pose and speed, Fig. 4(a). The size of the welding tool, supply cables, sensors, gas hoses and fixtures complicate trajectory planning due to increased chance of collisions. Recently some suppliers produced welding robots with hollow wrist hosting cable and wires in order to prevent interferences between the welding effector and supplying cables, Fig. 4(b).

Another potential issue is being able to provide the open footprint to set up such a system. For many applications (e.g. ship construction and in situ piping repair), the need for space will be a problem.

Welding application oriented solutions

Robotic applications in welding manufacturing are various in many aspects e.g. work-piece size, welding process, seam complexity, joining accuracy. Many welding robots are available on the market but many times in order to satisfy the requirements of the specific application system integrators have to study together with application experts welding cells that efficiently solve the manufacturing requirements about performances, environment structuring and work organization. This approach opens high productivity plug&weld robotized cells offering dedicated automation solution to high volume, low cost and quick response market products. But this approach opens also to very flexible robotic cell able to weld parts of the same family with different geometries, the adaptability, typical of the robots, in this case has to be extent to fixtures and other peripheral devices. Solutions may include two, or more, robots and exteroceptive sensors that provide the knowledge of the environment not necessarily structured; a great effort is due to the coordination and cooperation. Flexible cells are oriented to satisfy mass customized and customized production offering very short, at limit zero, set-up time and reduced time to market for diversified production.

Special attention is dedicated today to miniaturized products and their fabrication often including welding. These applications require very accurate micro-positioning and a very good compromise between welding accuracy and speed, in fact, generally, micro products are mass produced. Special robot archi-

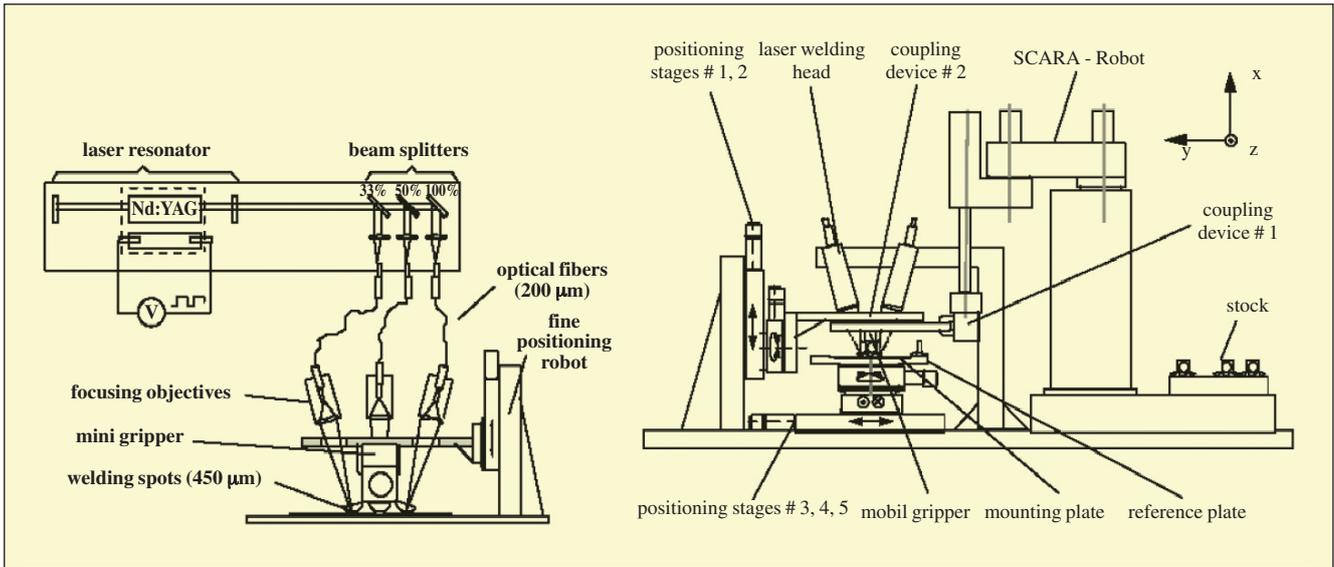


Figure 5 - Robotic cell for micro-welding of opto-electronic products (courtesy Andreash).

techniques have to be applied or developed to satisfy geometrical, welding process, static and dynamical performances constraints as well as micro-cell robustness, reliability and cost.

Fig. 5 shows a laser welding cell for the fabrication of opto-electronic products (laser diodes and LEDs, fibers, lenses, beam splitters, polarizers, mirrors). The fabrication of the small opto-electronic products is made by a flexible cell including two co-working robots: one micro-positioning tripod robot, one SCARA robot besides high accuracy exteroceptive sensors and other peripheral devices [21]. The particular mechanical structure of the tripod robot allows to align the optical elements on-line with an accuracy of ± 1 mm and to attach them to the mounting plate in a one step procedure. Very good position stability during the attachment procedure has been achieved by laser point welding. Mass production has been shown with a collimator as testing tool.

Mobile robots

Every time welding paths are not compatible with the workspace of industrial robots, the adoption of mobile robots is looked for and coordination between welding arm and locomotion has to guarantee the weld performances avoiding parameters singularity. The ability to combine the dexterity and precision of a high-quality welding robot with a mobile platform is still a goal. This ability will necessarily require the robot

controller to do localization of all the items in the workspace at the time the weld is to be executed. In the future industrial applications this will include path planning and obstacle avoidance in cluttered environments: something that has been studied extensively as a research topic but has not been implemented widely in an industrial setting. Hereafter two welding mobile robotic systems are introduced as example applications.

A prototype of autonomous mobile robot with two vision sensors for automatic welding of steel plates was realized and presented by [22]. The robot can move straight, steer and turn around the mobile platform center by controlling the driving speed of the two wheels respectively. At the tip of the movable arm, two CCD cameras are fixed. A local camera observes the welding line near the welding torch and another wide camera observes relatively wide area in front of the welding part. The robot controls the traveling speed in accordance with the shape of the welding line. In the case of straight welding line, the speed of the robot is accelerated and the welding efficiency is improved. However, if the welding line presents a corner, the robot speed is decelerated in order to realize the precise seam tracking and stable welding. Therefore, the robot can realize precise and high speed seam-tracking by controlling the travel speed. The effectiveness of the control system is confirmed by welding experiments.

'Rail Runner' is a self-driving mobile welding robot that runs on the faces of two longitudinal stiffeners in the longitudinal direction and moves to the transverse direction by stretching out its two sliding arms, and performs the welding tasks of the U-shaped parts in a double hull structure. To place the robot in the double hull structure, the robot can pass through an access hole with dimensions of 600 mm width x 800 mm height. The mechanical system of the robot consists of a redundant mobile platform, which can move to any location in a double hull structure mounting a 6-axes welding arm. The control system consists of a main controller, a welding machine controller and seam tracking sensors, i.e. touch sensor, laser sensor and arc sensor. Typically, large-scale fabrications, such as earth-moving equipment and pedestrian bridges, are produced using either manual welding or dedicated automatic welding systems. Manual welding is highly flexible in terms of adaptation to size and variations in product design but is characterised by high cost human labour, low production rate, and variable quality. Dedicated automated processes are capable of producing high and consistent quality with high production rates but lack the flexibility required for large structures produced in lower volumes. Intelligent mobile robotic systems can today be applied in order to efficiently face the need of flexible automation. The robotic solutions may be more or less intelligent providing tools for agile or

lean manufacturing. While agile solutions embed sophisticated sensorial systems, algorithms control strategies and complex mechanisms that guarantee a high level of flexibility, lean solutions being more life cycle cost oriented, robust and efficient, are often preferred also if the range of flexibility is more limited.

For arc welding of large steel structures (e.g. in nuclear plants) also crawling mobile robots can be applied [23].

Trend in welding robotics

Robot supplier and researchers are working in order to improve the characteristics of the welding robots and to develop new mechatronic architectures for extending the fields of welding flexible automation also to risky environments where teleoperation is the only resource. From both these areas results are expected that will cross-fertilize each other.

The main new paradigms are better welding quality, reduced life cycle cost and time to market of the weld products, enhanced flexibility of the welding systems also to low volume production, human healthier work sites and safer ecosustainable environments.

The more important fields of research are multi-robot cooperation, intuitive human robot interfaces, design modularity and standardization, immediate and reliable perception through exteroceptive sensors development and fusion, joint tracking by visual servoing feedback, model based control, energetic efficiency, new material and thin sheets welding, miniaturization.

Control

Due to the very complex nature of the welding processes, modelling and control of the processes are very demanding and the development of an intelligent closed-loop control system that acts in the same way as a manual welder is always useful and sometimes needed. Closed-loop control of the welding process requires the direct observation of characteristic parameters of the molten pool in a harsh local environment dominated by the very intense light emission and high temperature.

Besides this difficulty of in-process sensing the complexity of the relation-

ships between the physical variables during the welding operations make the closed loop control a challenging not yet completely solved problem.

The welding process is complicated and there are a number of parameters that influence the process: current, voltage, wire feed speed, wire diameter, travel speed, gas mixture, gas flow rate, wire metallurgy, torch angle, and if the process is a pulsed process, the characteristic of that pulse wave form. These parameters are tightly coupled making the job of controlling the process even more challenging. Due to this nonlinear multi-dimensional nature of the process, controllers will be most successful if they use model-based control.

Nonlinear model-reference control approach offers a robust solution to closed loop welding that exploits the capability for adaptation as the work moves forward.

A block diagram for such a system is shown in Fig. 6. The desired behaviour of the welding process is synthesized in the reference model. Reference model of the welding process and the real welding process are driven by the same input signals and the adaptive mechanism is in charge to reduce the actual errors between the desired behaviour and the actual one with providing suitable compensating signals to add to input variables and/or providing appropriate adjustments of the closed loop welding process parameters to be used real time [24]. In other words, because the model knows the welding process and understands the inputs the adaptive mechanism can estimate a reasonably optimal set of parameters that minimize the dis-

tance between the desired and real behaviour.

Supervisory control with task planning and autonomous execution of high-level commands is now receiving a great attention [25]. Operational space calibration technique plays an important role in task planning, graphic simulation and human-machine interaction, and the precision of operational space model directly determines the reliability, accuracy and efficiency of remote operation in supervisory control mode.

Autonomous robots are not yet ready to perform remote welding tasks due to the difficult and harsh scenario with high light and temperature, due to restriction of artificial intelligence application in a such wide cross-coupled multi-variable domain, due to actual not yet robust sensing technology, and too complex and difficult decision-making rules. As a result, human operator must be included into control loop to intervene or make decision, and remote welding tasks should be performed by telerobotic systems [26].

Telerobotic welding operation theatre includes two main interrelated processes: the welding process and the robot dexterously moving the welding tool along the seam paths [27]. There are many parameters to be controlled such as torch pose, arc length, velocity and so on.

There is a strong need to reduce the operator's involvement in task performance though the addition of autonomous functions [28]. Different strategies of mixed autonomous and teleoperation control have been proposed and tested. In these supervisory control offers the greatest potential in unstructured envi-

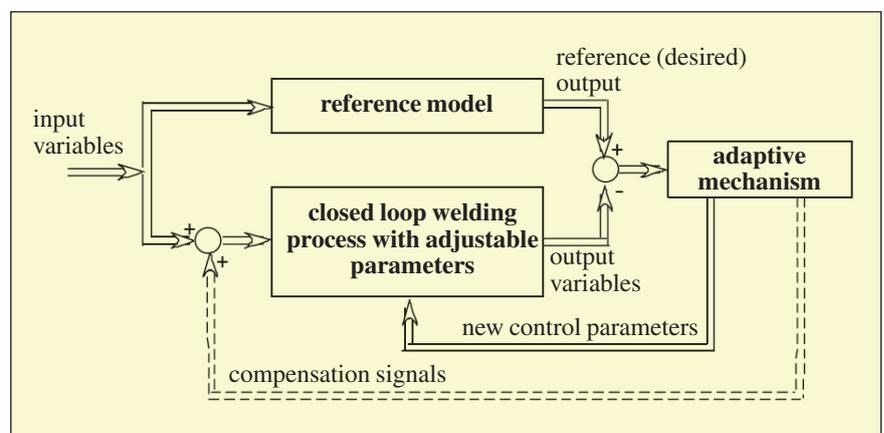


Figure 6 - Typical schema of the model reference control system.

ronments and represents a need in unsafe contaminated environments. In supervisory control a human operator at a local station can carry out the welding fabrication through monitoring the welding process and controlling the welding robot located on the remote worksite [29]. The operator can make decisions based on the observation of the robot velocity, on the sensor status, joint profile, images of remote site, etc.

Unlike many manufacturing tasks that successfully use teleoperation, robotic remote welding task is more difficult and complicated: the process is highly non-linear influenced by a large number of cross-coupled parameters, furthermore the parameters have to be high precision real time controlled and the process speed cannot be reduced to keep time to bettering perception in order to allow and improve the real time control. Furthermore, some key sub-tasks can be performed by pre-programmed modules that autonomously drive single tasks basing on reference limited domain knowledge, in which the operator can monitor or terminate the performing process. By human-machine interacting effectively, the human operator's decision-making and control commands participate into every control levels of the system.

A welding telerobotic system includes two communicating domains: operator domain and robot domain. The robotic system controller works as sever to provide data and outer computers work as client such as the laser vision processor [26], supervisory computer, and graphics simulation workstation. All of them are connected to a HUB.

Agent based telerobotic control. There are some difficulties in the practical application of tele-robotic welding technology by means of traditional teleoperation. Therefore new control strategy and implementation methods have to be studied and assessed.

Recently, researchers have identified the potential to apply distributed artificial intelligence in solving various complex manufacturing system problems. It adopts distributed problem solving strategy and introduces multiagent systems [27]. Multiagent systems are designed to solve complex problems and decentralize the control of the manufacturing systems with entities called agents,

using their collaborative and autonomous properties. An agent, according to the most general definition, is a software or hardware object that is capable of doing some specific task autonomously. It may perceive the environment through sensors and may interact with the environment through effectors [28]; it is able to cooperate with other agents. The agent intelligence is coded in procedures generally called behaviours.

Summarizing the basic properties of an agent are: - Autonomy. Agents know their internal states and have some kind of control over their actions. - Social ability. Agents interact with other agents (humans included) via some kind of communication media. - Reactivity. Agents perceive their environment and respond to changes that occur in it. - Proactiveness. Agents are able to exhibit goal-directed behaviour.

From the artificial intelligence point of view a multi agent system is a set of agents that either cooperate or compete to solve a sub-problem through a loosely coupled network of problem solver entities that work together to find the answer to problems that are beyond the single

agent capabilities.

Fig. 7 shows various agents composing a multi agent remote welding. Different configurations based on the same agent classes can be adopted.

A typical tele-robotic welding system consists of several distributed subsystems, including welding robot(s), exteroceptive sensor systems, welding machine located in a remote worksite, operator, human-machine interface, and a control system device located in a local site.

In order to fulfil the remote welding and tele-teaching process, some useful sensors, including the laser scanning welding seam tracking system and the force sensor system provide redundant information about the worksite that are suitably fused to give back to the operator a good and reliable perception of the on going process.

A possible multiagent welding system architecture [27] is shown in Fig. 8 and is hereafter briefly commented.

In this system, the full mobility robot consists of a mechanical dexterous articulated chain and can be equipped with a touching probe in welding path learning phase or with the welding effector in the

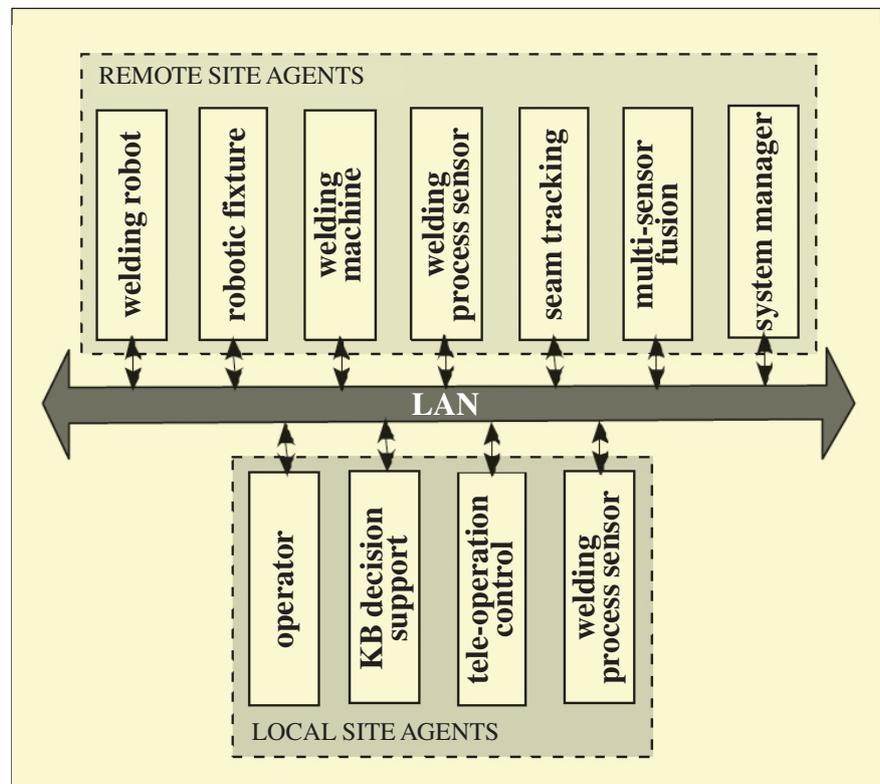


Figure 7 - Main agents for tele-robotic welding.

operative phase. A reconfigurable fixture consisting of a parallel kinematic mechanism (PKM) robot cooperates with the articulated robot by suitably orienting the work-piece. Other agents in the worksite are the welding machine with its control and exteroceptive sensors: a laser scanning welding seam tracking system and a six-dimensional force sensor, both including data processing software and local controls.

The laser scanning welding seam tracking system (laser diode, camera, and relevant software) calculates a series of precise points located in the joint by processing images of the welding seams and laser stripe. These points are then used to lead the robot tracking welding seams or in real time to modify the planned seams trajectory. The force sensor obtains an accurate welding seam position by touching the groove sides. When the probe mounted on the end of the sensor touches the groove, the sensor records six directional forces [29]. All these information are fused in order to have a very accurate perception of the joint characteristics.

The control system of the welding machine is in charge to adjust the welding parameters according to the welding seam penetration status, which is detected by a camera from the top side of the welding pool while the robot(s) control is in charge to follow accurately the welding path with the predefined torch orientation and speed, adjusting the parameters in case of unexpected deviations from the learnt data.

Based on the stereo visual information, the operator manipulates the welding robot remotely and can control/supervise the whole system by input devices and a local control/supervisory human-machine interface [30]. This interface feeds back remote site information to the operator and responds to the operator's control commands.

Control strategy

Is hereafter recalled the control strategy that was first addressed in [27] as "macroscopic teleoperation, microscopic autonomous" following the new function of robot as remote assistant to human in performing tasks in unstructured, not well known, harsh and unhealthy work-sites. In effect, the robots are not yet able to do autonomously these difficult tasks

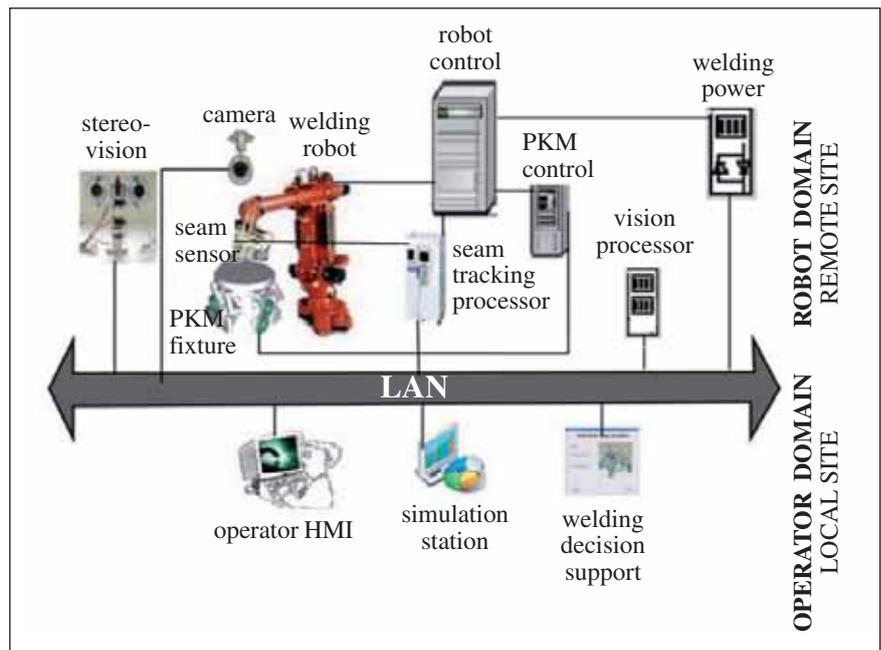


Figure 8 - Hardware architecture of a welding telerobotic system (courtesy COMAU, DIMEC).

with reasonable accuracy, robustness, efficiency and cost. In this case the human operator teaches the robot to work by remote and then the robot repeat the taught tasks by itself in tele-teaching and playback.

The strategy fully exploits the advantages of the human operator and the advantages of robots. In teaching phase, the operator manipulates the robot remotely using information reflected from the remote site. Thus this process takes full advantage of the operator's typical abilities: high level of cognitive ability and cognition processing (e.g. in features extraction of objects and pattern recognition), extreme flexibility, high sensibility in detecting subtle stimulus or its change, good capability in intuition, quick and reliable decision making and qualitative execution.

In the operative phase, the welding robot moves autonomously repeating the taught task. This process takes advantage of the robot characteristic abilities: accurate detection of physical quantity such as that humans cannot detect, good performance in speed, accuracy, power, and durability; high accuracy in memorization, suitability for repeated and monotonous tasks, reliability in performing a given task, ability to operate under harsh, dangerous and unsafe environment.

In this way the accuracy and security are

greatly improved and the efficiency is increased as compared to a manual tele-operation process.

A step beyond in giving to the teleoperators a very good insight of the remote welding process is tele-presence [31,32]. This technology allows a detailed realistic reconstruction of the remote work site in the operator local site from the elaboration of a priori and a posteriori knowledge acquired by the sensorial system so that the tele-operator perceive to be actively immersed in the welding environment.

Conclusions

The paper introduces short reviews of computer science in welding applications and addresses the actual trends and research topics in the field.

Computer science technologies now allows us to design and integrate very sophisticated intelligent systems but the request of the users that call for intuitive interfaces for easy and safe driving of the welding process and reliable robust manufacturing is a priority. The compromise between cost and flexibility has to take into account all the aspects of the welding system life cycle and lean manufacturing solutions have to be comparatively evaluated with agile solutions in order to adopt the right level of intelli-

gence required by the manufacturing scenario.

The paper subject is really wide and only some issues are presented with main ref-

erence to the automation of welding systems and to the difficult road toward gaining some level of autonomy. A wide but surely not exhaustive literature on

the field is duly attached to give the reader important and useful references to open the panorama about computer science in welding fabrication.

Bibliography

- [1] Chen S.B., Qiu T., Lin T., Wu L., Tian J.S., Lv W.X. and Zhang Y.: «Intelligent Technologies for Robotic Welding», Springer Berlin / Heidelberg, Volume 299, 2004.
- [2] Tam T.J., Chen S.B., Zhou C. (Eds.): «Robotic Welding, Intelligence and Automation», Springer, 2007.
- [3] Costa L., Scasso M., Molfino R. (2000): «Expert system shell for welding preheating: technical and economic problems, as well as its impact on the physical environment (Part 2)», *Welding International*, vol. 14, pp. 874-880, ISSN: 0950 7116.
- [4] Molfino R.M.: «Sistemi intelligenti per processi di saldatura», *Rivista Italiana della Saldatura*, N° 4, 1995, pp. 456-457.
- [5] Molfino R.M.: «Saldatura intelligente», *Rivista di Meccanica*, N. 1079, 1995, pp. 66-69.
- [6] I.S. Kim, E.Y.J. Jeong, E.C. W. Lee, P.K. DV. Yarlagadda: «Prediction of welding parameters for pipeline welding using an intelligent system», *Int J Adv Manuf Technol* (2003) 22: 713-719.
- [7] Wang F., Hou W.K., Hu S.J., Kannatey-Asibu E., Schultz W.W., Wang P.C. (2003): «Modelling and analysis of metal transfer in gas metal arc welding», *Journal of Physics D: Applied Physics*, available at: <http://stacks.iop.org/JPhysD/36/1143>, No. 36, pp. 1143-1152.
- [8] Peng J., Chen Q., Lu J., Jin J., van Luttervelt C.A.: «Real Time Optimization of Robotic Arc Welding Based on Machine Vision and Neural Networks», *Industrial Electronics Society, 1998. IECON '98. Proceedings of the 24th Annual Conference of the IEEE*, 31 Aug-4 Sep 1998, Volume: 3: 1279-1283.
- [9] Liu J., Christensen K.H., Sørensen T., Fan Z. and Kristensen J.K.: «Vision based sensor systems for seam tracking and control in arc and hybrid laser-arc welding», *17th International Conference Computer Technology In Welding And Manufacturing*, Cranfield, 18 - 19 June 2008.
- [10] Satoru S.: «Sensing technology for the welding process», *Welding International*, Volume 20, Issue 3 February 2006, pages 183-196.
- [11] Matsui S., Goktug G.: «Slit laser sensor guided real-time seam tracking arc welding robot system for non-uniform joint gaps», *IEEE ICIT'02, Bangkok, THAILAND, 2002*, pp. 159-162.
- [12] Wei X., Li H., Gao H., and Wu L.: «Operational Space Calibration for Remote Welding Based on Surface Tracking With Shared Force Control», *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, Volume 8, Issue 4, December 2008.
- [13] Luo H., Chen X.: «Laser visual sensing for seam tracking in robotic arc welding of titanium alloys», *Int J Adv Manuf Technol* (2005) 26: 1012-1017.
- [14] Mi B., Ume C.: «Real-Time Weld Penetration Depth Monitoring With Laser Ultrasonic Sensing System», *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, February 2006 - Volume 128, Issue 1, pp. 280-287.
- [15] Houghton M., Lucas W., Abdullah B.: «A low cost laser illuminated arc welding monitoring system», *17th International Conference Computer Technology In Welding And Manufacturing*, Cranfield, 18 - 19 June 2008.
- [16] Barborak D., Conrardy C., Madigan B. and Paskell T.: «Through-Arc-Process Monitoring Techniques For Control Of Automated Gas Metal Arc Welding», *Proceedings of the 1999 IEEE International Conference on Robotics & Automation*, Detroit, Michigan, May 1999, pp. 3053-3058.
- [17] White R., 1963: «Generation of Elastic Waves by Transient Surface Heating», *J. Appl. Phys.*, 34/12, pp. 3559-3567.
- [18] Peters T.: «Automatic Contour Recognition in Laser Welding», *Sulzer Technical Review* n. 2, 2004, pp. 7-9.
- [19] John P.H. Steele, Mnich C., Debrunner C., Vincent T. and Liu S.: «Development of closed-loop control of robotic welding processes», *Industrial Robot: An International Journal*, Volume 32, Number 4, 2005, pp. 350-355.
- [20] Wunderlich J.T.: «Design of a welding arm for unibody automobile assembly», *Intelligent Manipulation And Grasping, IMG04.*, Ed. Rezia Molfino, Genova, July 1-2, 2004, pp. 117-122.
- [21] Andreasch W., de Graffenried C., Kohler R., Clavel R., Sidler T., Salathé R.P., Müller R., Bleuler H., Gächter B., Ehbets H.: «Flexible automated assembly of micro-optical elements (Optical SMD)», *SPIE, Photonics East*, 18-22 Nov. 1996.
- [22] Kim T., Suto T., Kobayashi J., Kim J. and Suga Y.: «Automatic Welding System Using Speed Controllable Autonomous Mobile Robot», *ME International Journal Series A Vol. 49* (2006), No. 1 Special Issue on Recent Advances in Materials and Processing [III], pp. 53-57.
- [23] Pan J., Yan B., Gao L., Zhang H., Lu Q., Jin K.: «Crawl-type robot tackles difficult jobs», *Welding Journal*, vol. 84, no. 1, 2005, pp. 50-54.

► segue

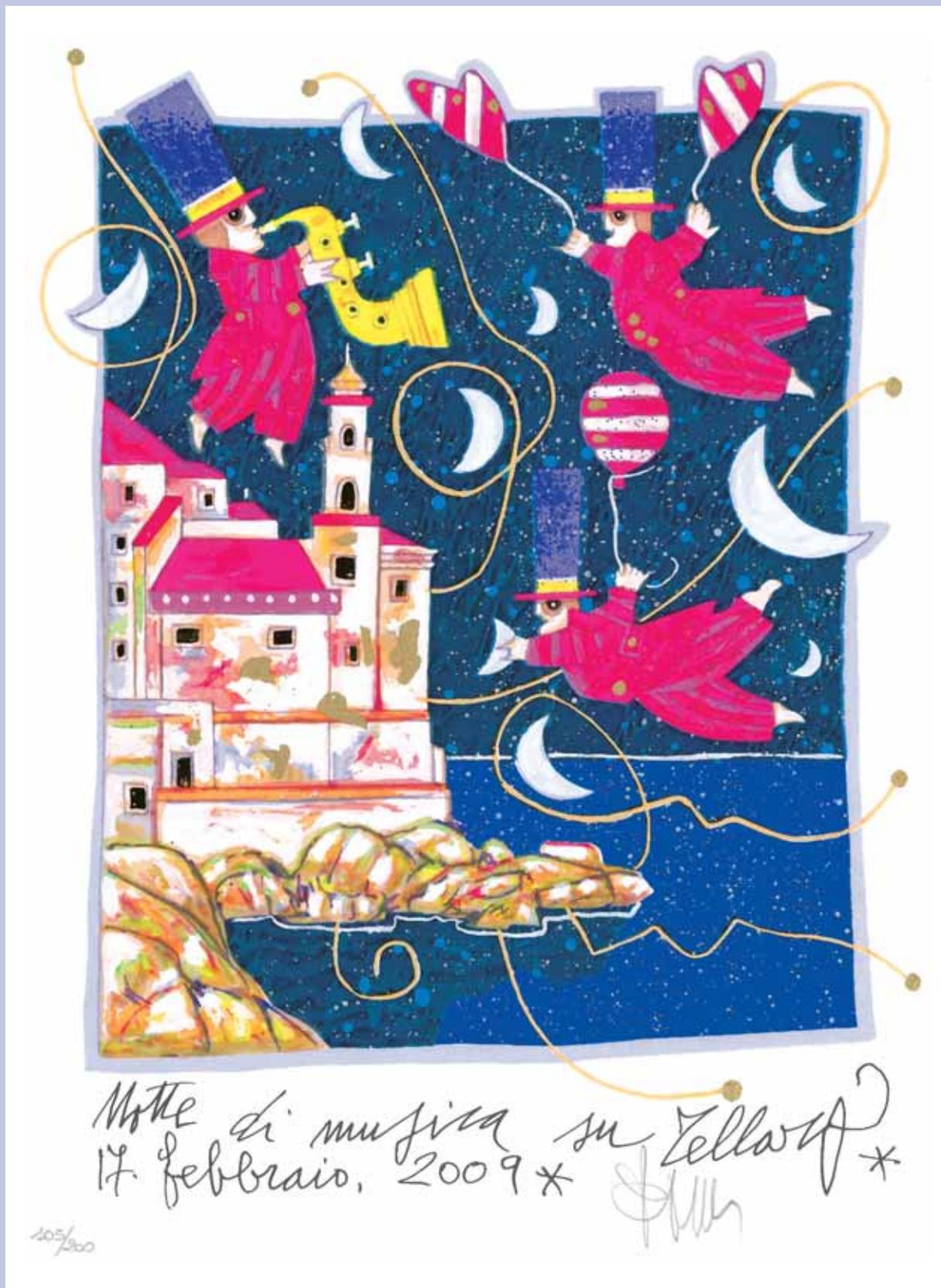
- [24] Chen S.B., Zhang Y., Qiu T. and Lin T.: «Robotic Welding Systems with Vision-Sensing and Self-learning Neuron Control of Arc Welding Dynamic Process», Journal of Intelligent and Robotic Systems 36, 2003: 191-208.
- [25] Wu L., Li H.C., Gao H.M. and Zhang G.J.: «Development of Telerobotic System for Remote Welding Operations in Unstructured Environment», Solid State Phenom., 2007, v. 127, pp. 37-42.
- [26] Zhixiang C., Yonglun S., Jun Z., Wanchun Z., Li J., Xuxin X.: «Laser vision sensing based on adaptive welding for aluminum alloy», Front. Mech. Eng. China 2007, 2(2): 218-223.
- [27] Zhang L.X., Wu L., Gao H.M. and Zhang G.J.: «Agent-Based Modeling and Control of Remote Robotic Welding System», Robotic Welding: Intelligence & Automation, LNCIS, vol. 362, 2007, pp. 187-194.
- [28] Nicholson A., Norrish J.: «Feasibility Of An Advanced Digital Input Technique For Interactive Robotic Welding», 17th International Conference Computer Technology In Welding And Manufacturing, Cranfield, 18 - 19 June 2008.
- [29] Haichao L., Lin W., Hua S.: «Applying shared visual control to telerobotic welding seam tracking», in Proc. 3rd Int. Symposium on Instrumentation Science and Technology, Xi'an, China, 2004, pp. 921-925.
- [30] Li H., Gao H., Lin Wu Harbin - Inst. of Technol. Harbin, Harbin; Supervisory Control of Telerobotic System for Remote Welding, Integration Technology, 2007. ICIT '07, Shanzan, 20-24 March 2007: 603-608.
- [31] Liang Z., Gao H., Nie L., Wu L.: «3D Reconstruction for Telerobotic Welding, Mechatronics and Automation», 2007. ICMA 2007, 5-8 Aug. 2007, 475-479.
- [32] Murphy R., Burke J.: «From remote tool to shared roles», Robotics & Automation Magazine, Vol. 15, Issue 4, Page(s): 39-49.



Rezia MOLFINO, full Professor of Robot Mechanics, Industrial and Service Robotics, Automation and Robotics, Control of Mechanical Systems, and MEMS design at the University of Genova. Tutor and advisor of hundreds robotics engineers and PhDs. President of SIRI (Italian Association of Robotics and Automation), Italian Coordinator at IFR. Rezia Molfino is author and co-author of more than 250 referred conference and journal papers on the subjects of robotics and intelligent automation. She given many of invited lectures and is appointed as reviewer from many international journals. She is editor of "Parallel Kinematic Machines" and "Intelligent Manipulation and Grasping". She is the coordinator of the International Master on Robotics IMrob and the promoter of the EMARO project in Italy. Research topics: dynamics and motion control of mechanical systems; robot design, kinematic and dynamic modelling and simulation; intelligent manipulation and grasping; service and extreme robotics (climbing, underwater), cleaning, surgical, security, micro robots. Patents on robotic systems and devices.



"Cerchiamo di rendere migliore il vostro lavoro e la vostra vita."



DELVIGO COMMERCIALE Supporti ceramici per la saldatura
MATAIR Forni, aspirazione e riciclaggio dei flussi
CETH, trattamenti termici



DELVIGO COMMERCIALE Loc. Cerri, 19020 Ceparana di Follo SP
Tel. 0187931202 fax 0187939094 e-mail info@delvigo.com www.delvigo.com

Seatec_Lat. 44°3'2" N / Long. 10°2'15" E

8ª Rassegna Internazionale
Tecnologie, Subfornitura e Design per Imbarcazioni, Yacht e Navi

www.sea-tec.it



QUALITEC
DESIGN AWARD
components
production & furniture



QUALITEC
TECHNOLOGY AWARD



YACHT
ENGINEERING
FORUM

ABITARE
LA BARCA



Targa
Rodolfo Bonetto

seatec

S E A T E C H N O L O G Y & D E S I G N

10/12 Febbraio 2010 Carrara

ORGANIZZATO DA:
CARRARAFIERE
Business on the Move

CON IL PATROCINIO DI:



SPONSOR UNICO BANCARIO:

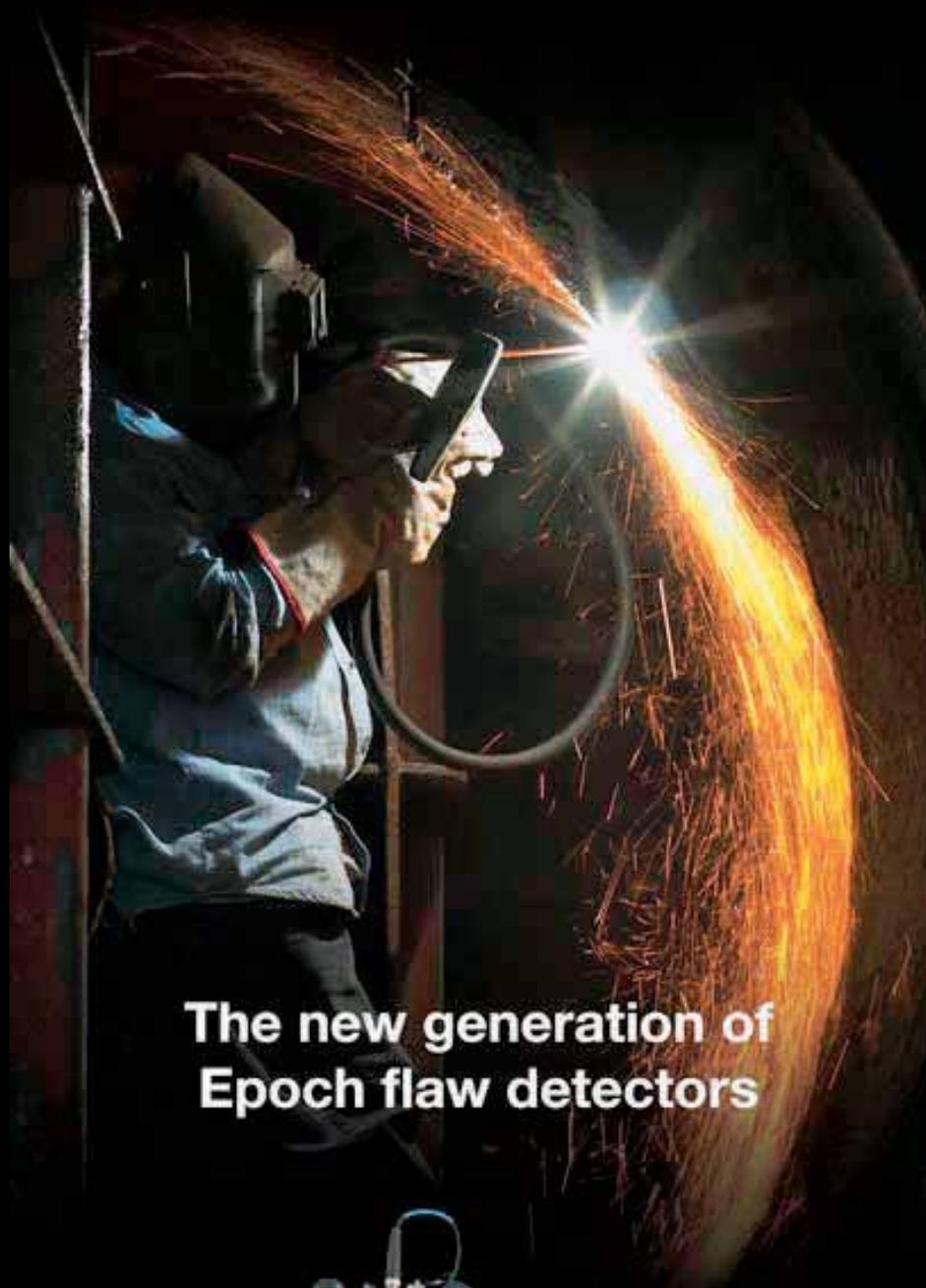


CERTIFICATO DA:



OLYMPUS

Your Vision, Our Future



The new generation of
Epoch flaw detectors





Esposizione radiografica - Diagramma di esposizione *

Considerazioni generali

Un'immagine radiografica di accettabile qualità deve avere densità radiografica, contrasto, definizione e sensibilità verificata con gli indicatori di qualità dell'immagine (I.Q.I.) conforme a quanto richiesto contrattualmente. La conformità di una qualità radiografica è di conseguenza subordinata alla scelta dei parametri operativi (raggi X o gamma), alla distanza sorgente-oggetto, alla classe della pellicola, al tipo di sviluppo. Dal punto di vista tecnico il migliora-

mento della sensibilità radiografica comporta una dilatazione dei tempi totali di processo: scelta di pellicole di classe superiore, aumento della distanza sorgente-pellicola (minore penombra geometrica), trattamento manuale di sviluppo, densità radiografica più elevata (aumento del contrasto radiografico); tutte variabili che inevitabilmente comportano un aumento del tempo complessivo. Nella Figura 1 si riportano tutte le variabili che determinano la sensibilità di una radiografia.

Di seguito esaminiamo brevemente i più significativi fattori responsabili della sensibilità radiografica.

- Sorgente radiogena: l'impiego di macchine a raggi X consente, agendo sul kilovoltaggio (kV), di ottimizzare il

contrasto radiografico; la possibilità di disporre di macchine equipaggiate con finestra di berillio permette inoltre il controllo radiografico su leghe leggere o spessori sottili in acciaio e l'ottenimento di elevati valori di sensibilità radiografica. Infine, la possibilità di impiegare tubi radiogeni a potenziale costante accorcia notevolmente i tempi di esposizione (miliamperaggio elevato).

- Sorgente gammagrafica: trova impiego dove non è disponibile l'utilizzo di corrente elettrica (ad esempio in raffineria) o acqua di raffreddamento, in situazioni geometriche non accessibili alle ingombranti apparecchiature a raggi X; nelle esposizioni panoramiche, inoltre, sono più facil-

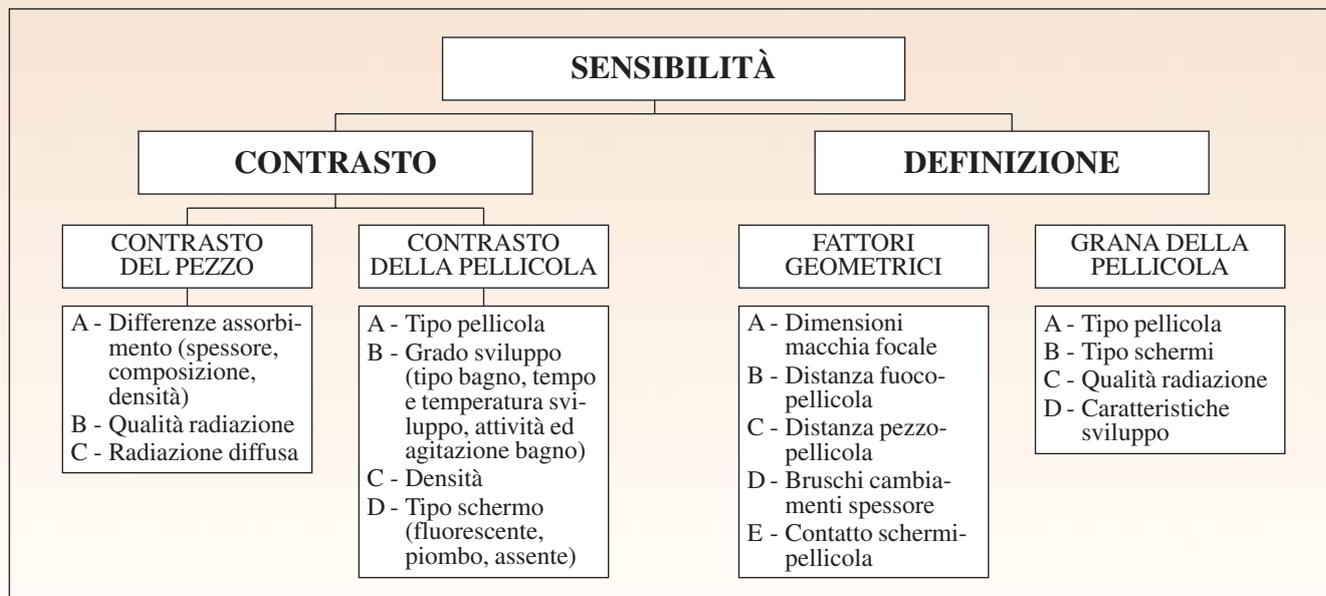


Figura 1 - Parametri operativi che determinano la sensibilità della radiografia.

* Redazione a cura della Divisione FOR - Formazione e insegnamento - dell'Istituto Italiano della Saldatura - Genova.

mente trasportabili. Per contro, la qualità radiografica risulta decisamente bassa, se paragonata a quella ottenibile con i raggi X. Si riportano, a titolo di esempio, i campi di spessore in acciaio consentiti ai vari radioisotopi di impiego industriale (UNI EN 1435-classe A):

- Tm 170: spessore max 5 mm
- Yb 169: intervallo 1-15 mm
- Se 75: intervallo 10-40 mm
- Ir 192: intervallo 20-100 mm
- Co 60: intervallo 40-200 mm
- Scelta della pellicola: per quanto riguarda la classificazione delle pellicole, esistono numerose norme di riferimento (ASTM E-1815-96; ISO 11699-1; JIS-K7627; UNI EN 584-1) basate sulla costruzione della curva sensitometrica, sulla quantità di radiazione ionizzante necessaria alla sua costruzione (dose espressa in Gray), sui valori di gradiente (tangente alla curva a determinati valori di densità), sulle misure di granularità (mediante microdensitometro) e velocità relative (rapidità) tra pellicole dello stesso costruttore. Naturalmente la pellicola più "sensibile" ai difetti presenta un basso valore di granularità, cioè bassa rapidità (velocità relativa) e di conseguenza alto potere risolutivo e alti valori di dose (tempi di esposizione).
- Schermi di rinforzo: poiché meno dell'1% dell'energia del fascio che colpisce la pellicola contribuisce a formare l'immagine latente, vengono utilizzati appositi schermi allo scopo di aumentare questa bassa percentuale energetica (mediante emissione di elettroni per effetto Compton e fotoelettrico se schermi al piombo, di luce visibile se schermi fluorescenti o salini, entrambe le emissioni se fluoro-metallici).
- Gli schermi al piombo sono generalmente costruiti in lega antimonio-bismuto-piombo, più rigida e più resistente all'usura del piombo puro ma ugualmente flessibile, allo scopo di adattarsi a superfici non piane. Vengono usati in coppia con la pellicola in mezzo, a stretto contatto, per migliorare la definizione dell'immagine. Lo spessore di questi schermi aumenta con l'energia della radiazione e lo schermo posteriore può essere maggiorato rispetto all'ante-

riore, allo scopo di bloccare la radiazione retrodiffusa. Spessori usuali sono 0.03/0.1 mm per lo schermo anteriore e 0.10/0.20 per quello posteriore; normalmente non si usano schermi al piombo a bassi valori di energia radiante (minore di 100 kV). Una ulteriore protezione dalle radiazioni retrodiffuse consiste nel rivestire tavoli di lavoro e il pavimento con fogli di piombo dove si posizionano i particolari da radiografare. Il fattore di rinforzo, cioè il rapporto tra la dose di radiazione necessaria per ottenere un determinato valore di densità senza l'impiego di schermi e la dose necessaria con gli schermi, è per il piombo 2-3, cioè l'utilizzo degli schermi al piombo consente di ottenere la stessa densità riducendo il tempo di esposizione di 2-3 volte. È importante la buona conservazione degli schermi: devono essere costantemente puliti, allo scopo di togliere polvere ed evitare rigature o piegature che potrebbero creare false immagini sulla radiografia. Utilizzando pellicole pre-imbustate sotto vuoto (con o senza gli schermi al piombo) si migliora la sensibilità radiografica, a scapito del maggior costo e del problema dello smaltimento degli schermi usa e getta.

La pellicola radiografica presenta, per la

sua natura praticamente bidimensionale, una sensibilità spettrale massima alla radiazione X prodotta nell'intervallo 40-80 kV. Ciò significa che l'eventuale presenza di radiazione diffusa (derivante da effetti Compton o fotoelettrico), non adeguatamente bloccata dagli schermi al piombo, "annerisce" la pellicola più della radiazione primaria, con l'effetto di diminuire il contrasto radiografico e con conseguente perdita di sensibilità radiografica.

Nella Figura 2 si evidenzia il numero di Roentgen (in ordinata) necessario per ottenere D=1, su una pellicola di classe C3, in funzione della tensione acceleratrice (kV di picco) nel caso di radiazione praticamente monocromatica (curva heavy filtration) ed eterocromatica, cioè ottenuta con tubo radiogeno a finestra di berillio (curva light filtration).

Nelle esposizioni radiografiche-gammagrafiche il prodotto mA·min e Ci·min è praticamente costante in una specifica geometria di esposizione: di conseguenza una data esposizione è espressa in mA·min o Ci·min. La costanza del prodotto è espressa dalla legge di reciprocità:

$$\text{mA} \cdot \text{min} = K; \text{Ci} \cdot \text{min} = K$$

Di conseguenza, se in una determinata esposizione sono necessari 50 mA·min,

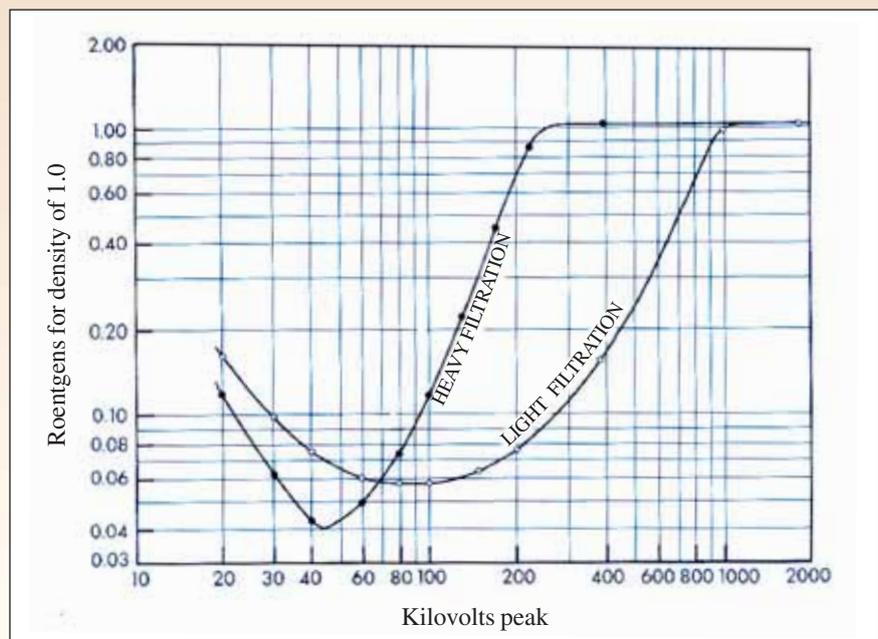


Figura 2 - Sensibilità spettrale della pellicola radiografica (numero di Roentgen) in funzione dell'energia (kV) per ottenere D=1 in una pellicola di classe C3 nel caso di radiazione filtrata (heavy filtration) ed a bassa filtrazione (light filtration).

è possibile impostare 5 mA per 10 minuti o 10 mA per 5 minuti. La legge di reciprocità non è valida per lunghe esposizioni (maggiori di 60 minuti) o nei flash radiografici.

Gli schermi fluorescenti o salini hanno un più alto fattore di rinforzo sino a 6-8 volte, costituiti in:

- solfato di piombo e bario (ultra-high speed): risultano con il più alto valore di fattore di rinforzo, ma sono a basso contrasto radiografico, emettono radiazione centrata sull'ultravioletto. Trovano impiego in fonderia su grossi spessori o su manufatti a spessori variabili, dove non è richiesta grande sensibilità radiografica;
- tungstato di calcio (high contrast): hanno minore fattore di rinforzo rispetto ai precedenti, ma grana più fine e un maggiore contrasto radiografico, emettono una radiazione centrata sul violetto e il loro impiego razionale è su piccoli spessori uniformi in acciaio (o spessori equivalenti in altri materiali);
- solfuro di zinco (high speed): utilizzati a bassi valori di kV, presentano i vantaggi e gli svantaggi degli schermi precedentemente visti, in aggiunta perdono di efficienza se esposti costantemente alla luce;
- ultimamente sono stati proposti gli schermi fluoro-metallici; risultano costruiti con normali schermi al piombo rivestiti con sottili strati di materiali fluorescenti: il compito principale del piombo è di bloccare la radiazione retrodiffusa e la radiazione secondaria, mentre lo strato fluorescente contribuisce, con l'emissione luminosa, a diminuire il tempo di esposizione (fattore di rinforzo). L'effetto complessivo è una significativa riduzione dei tempi di esposizione e una sensibilità superiore a quella ottenibile con schermi fluorescenti.

Diagramma di esposizione per macchine radiogene

Precedentemente sono stati illustrati i vari fattori che concorrono a formare l'immagine radiografica di determinata densità su uno specifico materiale (kV, mA, distanza sorgente-pellicola, tipo di pellicola, schermi). Per determinare la corretta esposizione radiografica su uno specifico manufatto si possono seguire

vari metodi tra cui:

- procedere per tentativi;
- far riferimento ai dati di esposizione precedentemente utilizzati su manufatti uguali;
- applicare il diagramma di esposizione.

In presenza di diagrammi di esposizione sperimentalmente determinati per una data macchina radiogena, tipo di sviluppo, pellicola e materiale da radiografare a una determinata distanza, la determinazione della tensione, dell'ampereaggio e del tempo di esposizione per un certo spessore (o intervallo di spessori) risulta abbastanza semplice, solamente in funzione della densità e sensibilità richieste. Inoltre, uno specifico diagramma di esposizione per l'acciaio può essere applicato a materiali diversi (rame, bronzo, zinco, superleghe) conoscendone il fattore di equivalenza radiografica:

- a differenti distanze sorgente-pellicola;
- a pellicole di diversa velocità relativa o di altro fabbricante;
- a differente tipo di sviluppo (manuale-automatico o automatico-manuale);
- per ottenere diversi valori di densità.

È possibile applicare a diverse macchine radiogene lo stesso diagramma, dopo una esposizione di prova e correggendo il tempo di esposizione (o i mA·min) applicando la curva sensitometrica della pellicola usata.

Normalmente il diagramma di esposizione è impiegato razionalmente per determinare i parametri di esposizione su particolari a spessore uniforme; tuttavia è possibile, utilizzando i diagrammi preliminari (o intermedi) necessari alla costruzione del diagramma stesso, prestabilire valori di densità D1 e D2 su spessori S1 e S2, scegliendo l'adeguato kilovoltaggio; ciò è indispensabile radiografando saldature con sovrametallo: secondo le principali normative la grandezza della zona da esaminare include la saldatura e le zone termicamente alterate. I fabbricanti di pellicole e di macchine radiogene forniscono diagrammi di esposizione specifici delle loro pellicole o apparecchiature ma, tenendo conto di tutte le variabili in gioco e del fatto che due apparecchiature nominalmente uguali presentano rendimenti differenti, vanno eventualmente utilizzati con

attenzione e con fattori correttivi. Nel determinare sperimentalmente uno specifico diagramma di esposizione è necessario mantenere costanti parametri quali:

- la macchina radiogena (il kV max determina lo spessore massimo radiografabile);
- il materiale per cui si costruisce il diagramma (normalmente acciaio e, per le leghe leggere, alluminio);
- il tipo (o classe) di pellicola;
- la densità richiesta;
- gli schermi di rinforzo, normalmente in Pb (di spessore variabile in funzione dei kV impostati);
- la distanza fuoco-film;
- il tipo di sviluppo (manuale, automatico, temperatura dei bagni, tempo di sviluppo e totale di processo).

Il blocco-campione necessario per la costruzione sperimentale del diagramma è il classico cuneo a gradini a spessori variabili nell'intervallo definito dal kilovoltaggio impostabile minimo e massimo dell'apparecchiatura radiogena (lo spessore minimo è definito dalla filtrazione interna o autofiltrazione del tubo o testa radiogena).

Nella Figura 3a) si mostrano alcuni blocchi (in diversi materiali) utilizzati per la costruzione dei diagrammi di esposizione; nella Figura 3b) è visibile invece un blocco-campione a gradini "circolare" in alluminio che meglio si posiziona al centro del cono del fascio di irradiazione.

La differenza di spessore (costante) tra i gradini adiacenti può variare da frazioni di millimetro ad alcuni millimetri.

Di seguito, a titolo di esempio, si riporta la sequenza operativa per la costruzione del diagramma di esposizione specifico per l'alluminio (serie 6000) nell'intervallo 2-35 mm. La tecnica di esecuzione è a esposizioni a potenziale costante e a milliamperaggio crescente (la tecnica a milliamperaggio costante necessita di più tempo di esecuzione).

I parametri da mantenere costanti sono:

- pellicola radiografica (classe C3 secondo UNI EN 584-1, corrispondente alla classe 1 secondo ASTM E94 e G2 secondo ISO 5579) formato 10x24 cm, senza schermi di piombo e prelevata dallo stesso contenitore (possono essere imbustate in camera oscura o preimbustate dal fabbricante);

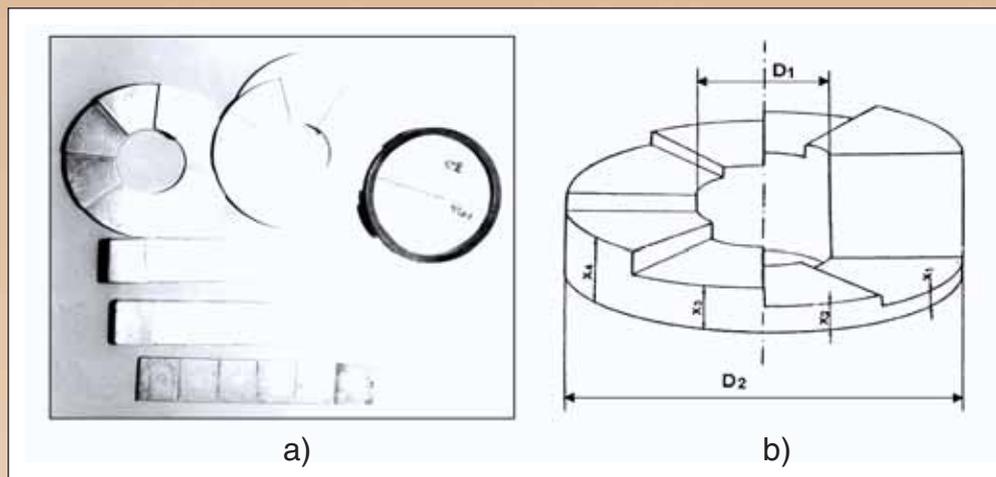


Figura 3 - a) Serie di blocchi-campione a gradini; b) blocco-campione circolare in alluminio.

- macchina radiogena a potenziale costante con finestra di berillio e macchia focale reale 0.3x0.3 mm;
- sviluppo automatico, temperatura bagni: 28 °C, ciclo completo: 8 minuti;
- distanza fuoco-pellicola: 700 mm;
- densità radiografica voluta 2.0 (con una variazione compresa in +/- 0.2 dovuta principalmente alla tolleranza costruttiva della pellicola, alle fluttuazioni di tensione di rete, ai bagni di sviluppo usurati).

Come prima tensione acceleratrice si imposta il valore di 80 kV, si utilizza il blocco a gradini della Figura 3b) con spessore variabile a gradini di 1-2-4-8-12-18-22-26-30-35 mm.

La prima radiografia è ottenuta impostando 4 mA per 1/4 minuto di esposizione (1 mA·min), le successive con 1/2, 1, 2, 4, 8, 16 minuti di esposizione (cioè a 2, 4, 8, 16, 32 e 64 mA·min). Previa calibrazione del densitometro utilizzato, si misurano i valori di densità sulle 6 radiografie in funzione degli spessori del blocco e del milliamperaggio impostato. I dati possono essere tabulati come nella Tabella I e i valori di densità rilevati (mediati su tre misurazioni a gradino), per le varie esposizioni, possono essere diagrammati come nella Figura 4 (diagramma intermedio spessore in ascisse / densità in ordinate).

Si ripetono le stesse esposizioni a 60 kV, 50 kV e 40 kV, ottenendo ulteriori diagrammi intermedi.

Da questi grafici si possono determinare i parametri operativi che consentono di ottenere valori di densità accettabili in un certo intervallo di spessori: come evi-

denziato nella Figura 4, impostando 80 kV, 8 mA·min di esposizione sulla stessa pellicola del diagramma, a 700 mm di distanza fuoco-film e con lo stesso trattamento di sviluppo, si ottiene $D = 3.15$ su uno spessore di 10 mm e $D = 1.95$ su 17 mm di alluminio.

Dai diagrammi si rileva che all'aumentare del kV aumenta l'intervallo di spessori radiografabili, questa caratteristica è detta latitudine dell'esposizione (da non confondere con latitudine di posa relativa alla curva sensitometrica della pellicola), per un dato kV, la variazione di spessore del materiale in esame che consente di ottenere densità radiografiche conformi alla normativa applicata. Una pellicola è detta ad ampia latitudine (o a basso contrasto) quando consente, indipendentemente dal valore del kV impostato, di radiografare spessori differenti

con una sola esposizione; pellicole di questo tipo sono di scarso impiego, pellicole ad alto contrasto possono aumentare la latitudine di posa imponendo alti valori di kV e bassi tempi di esposizione, evidentemente a scapito della sensibilità radiografica ottenibile.

Dall'analisi della Figura 4 si può inoltre quantizzare la variazione dello spessore di semiassorbimento dell'alluminio a 80 kV: si evidenzia tale variazione sulla parallela all'ascissa pas-

sante per $D=2$. Le distanze tra le varie curve rappresentano la variazione dello spessore di semiassorbimento in funzione dello spessore di alluminio attraversato: raddoppiando l'esposizione corrisponde la stessa densità ottenuta su differenti spessori, cioè la differenza tra i due spessori è lo strato di alluminio che ha bloccato il 50% della radiazione incidente (si considerino, ad esempio, le curve a 32 e 16 mA·min, la distanza tra le due curve - 8.5 mm è lo spessore di semiassorbimento dopo 24 mm di alluminio). Nel caso specifico della macchina radiogena utilizzata (a finestra di berillio) si nota come tali spessori variano notevolmente (3- 4.2- 6.2- 7.7- 8.5- 8.8) in quanto lo spettro della radiazione incidente sul blocco di alluminio è praticamente quello prodotto nell'interazione elettrone-anticatodo.

TABELLA I - Densità rilevate in funzione dello spessore e dei mA·min a 80 kV.

Spessore gradino mm	kV = 80						
	Esposizione (mA·min)						
	1	2	4	8	16	32	64
1	2.8	3.8					
2	2.0	3.2	3.8				
4	1.5	2.4	3.4	4.7			
8	0.8	1.2	2.4	3.2	4.2		
12			1.6	2.8	3.7		
18			1.1	1.8	2.9	3.7	
22				1.4	2.4	3.3	
26				0.8	1.8	2.9	4.6
30					1.4	2.2	3.6
35					1.0	1.8	3.1

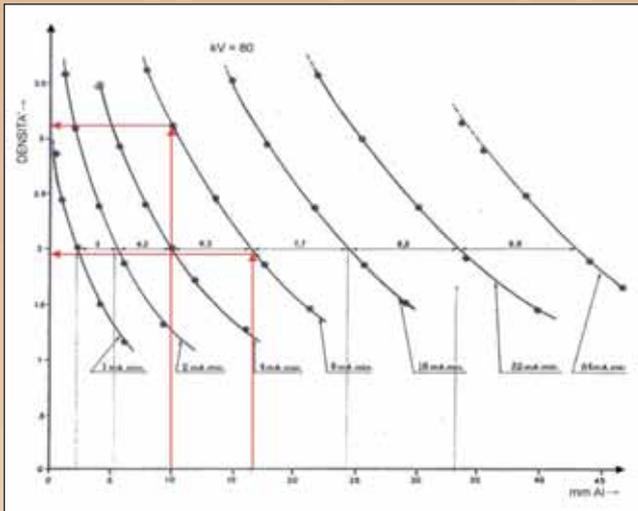


Figura 4 - Diagramma intermedio a 80 kV.

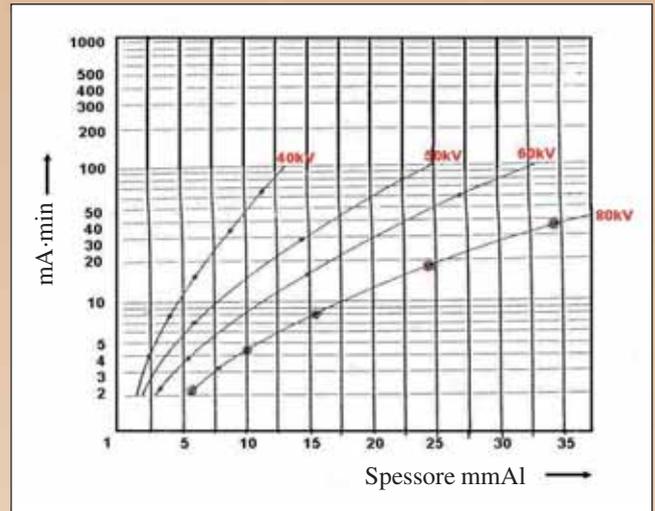


Figura 5 - Diagramma di esposizione per l'alluminio determinato sperimentalmente.

Per la costruzione dello specifico diagramma di esposizione si procede nel seguente modo:

- si traccia la parallela alle ascisse per il valore di densità richiesto, nel caso specifico $D=2$ e si considerano le intersezioni con le curve mA-min;
- per ogni curva si rileva lo spessore di alluminio necessario per ottenere densità 2, si considerano tali valori abbinati ai mA-min (2mA.min-5.5 mm; 4mA.min-10 mm; 8mA.min-16 mm; 16mA.min-24 mm; 32mA.min-34 mm);
- su un diagramma semilogaritmico (in ascissa la scala lineare in mm di

alluminio e sull'ordinata la scala logaritmica dei mA-min) si riportano le coppie di valori precedentemente rilevati sul diagramma;

- si uniscono tali punti, sulla curva sperimentalmente ricavata si riporta il valore della tensione impostata (80 kV);
- si ripete lo stesso procedimento con gli altri diagrammi intermedi impostati (60, 50, 40 kV);
- nella Figura 5 si riporta il diagramma di esposizione sopracitato ottenuto sperimentalmente relativo all'alluminio per spessori compresi nell'intervallo 1-35 mm.

Diagramma di esposizione per radioisotopi

Nel controllo radiografico con radioisotopi, nei diagrammi di esposizione relativi ad uno specifico isotopo, le uniche variabili sono l'attività della sorgente, la distanza sorgente-pellicola, il tipo di trattamento di sviluppo, con i relativi parametri (temperatura e tempo complessivo di trattamento) per ottenere una determinata densità. Una volta definiti la classe della pellicola, la distanza sorgente-pellicola, il tipo di sviluppo e la densità desiderata, l'operatore può quindi determinare i Curie-min (ovvero il tempo di esposizione) necessari a gammagrafiare quel manufatto di dato spessore. Analogamente al diagramma di esposizione per i raggi X, il diagramma di esposizione per i raggi gamma è utile per determinare il tempo di esposizione su particolari a spessore uniforme, mentre per la latitudine di esposizione, cioè l'intervallo di spessori radiografabili con una sola esposizione, è necessario ricorrere ai diagrammi intermedi.

Nelle Figure 6a) e 6b) si mostrano due diagrammi di esposizione per l'acciaio relativi all'iridio 192: la Figura 6a) per una pellicola di classe C3, la Figura 6b) per una pellicola di classe C5.

La densità richiesta è $D=2$, lo sviluppo è manuale (tempo di sviluppo: 5 minuti, temperatura 22 °C), le distanze fuoco-pellicola sono riportate sui vari segmenti.

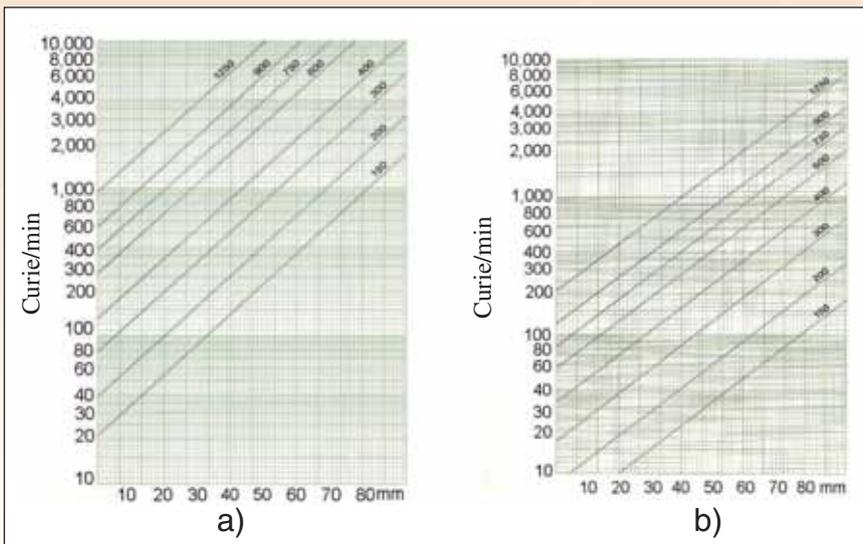


Figura 6 - Diagrammi di esposizione per l'acciaio relativi all'iridio 192: a) pellicola classe C3; b) pellicola classe C5. Condizioni operative: schermi al Pb: anteriore 0.1mm, posteriore 0.15 mm; sviluppo manuale (temperatura 22 °C, tempo sviluppo 5 minuti); densità ottenuta: 2.

PnD ROMA 2009: innovazione e professionalità

PROGRAMMA TECNICO "PND ROMA 2009"

FORUM

Giovedì 15 Ottobre 2009, ore 14.00

Forum Internazionale sulla certificazione del Personale PND

Intervengono: EFNDT (European Federation for NDT), ASME, Enti Certificatori

Venerdì 16 Ottobre 2009, ore 9.00

Forum Ingegneria Civile

Intervengono: Ministero L.L.P.P., Protezione Civile

WORKSHOP

Giovedì 15 Ottobre 2009, ore 14.00

Metodi di controllo e criteri di valutazione nell'ispezione di impianti di sollevamento industriali e civili

Intervengono: ISPESL, Università, Costruttori

Sabato 17 Ottobre 2009, ore 10.00

Incontro con Tecnici di Il livello

Tradizionale incontro di aggiornamento tecnico e normativo

SEMINARI

Venerdì 16 Ottobre 2009, ore 11.00

Seminario su Termografia

Relatore: E. Grinzato, CNR

Venerdì 16 Ottobre 2009, ore 14.00

Gestione del livello di qualità nella fabbricazione di strutture e componenti saldati

Relatori: M. Murgia, S. Rusca, F. Lezzi (Istituto Italiano della Saldatura)

INCONTRI

Venerdì 16 Ottobre 2009, ore 11.00

Incontro Università-PND

Venerdì 16 Ottobre 2009, ore 12.00

Dibattito su ASME Code Case 2235

Intervengono: ASME, Italian Asme Delegates

	Sala TIVOLI 200 pax	Sala BAGLIONI 140 pax	Sala BORGIA 100 pax	Sala FARNESE 100 pax	Sala COLONNA DORIA 80 pax
GIOVEDÌ 15 ottobre 2009					
8.00	Apertura Segreteria				
8.30					
9.00	Cerimonia d'Apertura				
9.30					
10.00	Seduta Plenaria				
10.30	Energia				
11.00	Territorio				
11.00	Inaugurazione Esposizione				
11.30					
12.00	Intervallo	Intervallo	Intervallo	Intervallo	Workshop Azienda
12.30					
13.00					
13.30					
14.00	Forum Internazionale sulla Certificazione del Personale PND (EFNDT+ASME+Enti Certificatori Italiani)	Sessione INGEGNERIA CIVILE 1	Sessione AUTOMOTIVE	Workshop Metodi di controllo e criteri di valutazione nell'ispezione di impianti di sollevamento industriali e civili	
14.30					
15.00					
15.30					
16.00	Intervallo	Intervallo	Intervallo	Intervallo	Intervallo
16.30					
17.00	Sessione INGEGNERIA CIVILE 2	Sessione Conservazione Beni Culturali	Sessione GUIDED WAVES	Sessione AERONAUTICA-AEROSPAZIALE	
17.30					
18.00					
18.30	Chiusura Aule ed Esposizione				

	Sala TIVOLI 200 pax	Sala BAGLIONI 140 pax	Sala BORGIA 100 pax	Sala FARNESE 100 pax	Sala COLONNA DORIA 80 pax
VENERDÌ 16 ottobre 2009					
8.00	Apertura Segreteria				
8.30					
9.00	Apertura Esposizione				
9.00	FORUM Ingegneria Civile	Sessione IMPIANTI/ Off-shore	Sessione TECNOLOGIE/ STRUMENTAZIONE	Sessione Rx-Rx digitale	Workshop Azienda
9.30					
10.00					
10.30					
11.00	Intervallo	Intervallo	Intervallo	Intervallo	
11.30					
12.00	PND-Università	Sessione AGRO-Alimentare	Seminario su Termografia	Sessione CARATTERIZZAZIONE MATERIALI/Compositi	Workshop Azienda
12.30		Dibattito su ASME-Code Case 2235 + Italian Delegates			
13.00					
13.30	Intervallo	Intervallo	Intervallo	Intervallo	
14.00					
14.30	Sessione Monitoraggio Strutture Civili	Sessione INTEGRITA' STRUTTURALE	Sessioni X e Y	Seminario Gestione del livello di qualità nella fabbricazione di strutture e componenti saldati	
15.00					
15.30					
16.00					
16.30					
17.00	Assemblea AIPnD				
17.30					
18.00					
18.30	Chiusura Aule ed Esposizione				

	Sala TIVOLI 200 pax	Sala BAGLIONI 140 pax	Sala BORGIA 100 pax	Sala FARNESE 100 pax	Sala COLONNA DORIA 80 pax
SABATO 17 ottobre 2009					
8.00	Apertura Segreteria				
8.30					
9.00	Apertura Esposizione				
9.00					
9.30					
10.00					
10.30	Workshop TECNICI di Il Livello				
11.00					
11.30					
12.00	Cerimonia di chiusura				
14.00	Chiusura Aule ed Esposizione				

ATTENZIONE! Perché il Volume degli Atti venga allestito prima del Congresso, i TESTI per esteso, dovranno pervenire alla Segreteria AIPnD tassativamente non oltre il 31 luglio 2009. Per scaricare le istruzioni agli Autori, collegarsi al sito www.aipnd.it



Sede della manifestazione e dell'esposizione

Sheraton Roma Hotel & Conference Center

Viale del Pattinaggio, 100 - 00144 Roma - Tel. (+39) 06 54531 Fax (+39) 06 5940813
salesheratonrome@sheraton.com - www.sheraton.com/roma



Conferenza Nazionale sulle prove non distruttive monitoraggio diagnostica

13° Congresso Nazionale dell'AIPnD

Biennale PnD-MD

Esposizione sulle Prove non Distruttive Monitoraggio Diagnostica

*Strumenti, Apparecchiature, Prodotti
Attività di servizi, ricerca, didattica e formazione*

major sponsor



GE

Sensing & Inspection Technologies

sponsor



patrocini

Provincia di Roma
Comune di Roma

Assessore alle Attività Produttive,
al Lavoro e al Litorale

CNIM

Comitato Nazionale Italiano
per la Manutenzione

ENEA

Ente per le Nuove Tecnologie,
l'Energia e l'Ambiente

ISPESL

Istituto Superiore per la Prevenzione
e la Sicurezza del Lavoro

Gli Espositori della Biennale PnD
al 10 giugno 2009

- A.L.I. Associazione Laboratori Ingegneria - Roma
- ADG Srl - Roma
- AERONAUTICA MILITARE Centro Sperimentale Volo - Pomezia (RM)
- AMC Instruments Srl - Torino (TO)
- ASSOLIG Associazione Laboratori di Ingegneria e di Geotecnica - Roma
- BOVIAR Srl - Lainate (MI)
- BYTEST Srl - Volpiano (TO)
- CASONI Srl - Lomagna (LC)
- CGM CIGIEMME Srl - Opera (MI)
- CICIPND Centro Italiano di Certificazione per le Prove non Distruttive - Legnano (MI)
- DARIO FLACCOVIO EDITORE Srl - Palermo
- DELTAFLUX IMPIANTI Srl - Brivio (LC)
- DIMART Srl - Sedriano (MI)
- ECOMAG Srl - Sesto S. Giovanni (MI)
- ENEA Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente - Roma
- EUROCONTROL Srl - Porto Salvo (VV)
- FIAT GROUP AUTOMOBILES Spa - Torino
- FLIR SYSTEMS Srl - Limbiate (MI)
- GE Sensing & Inspection Technologies Srl - Agrate Brianza (MI)
- GILARDONI Spa - Mandello del Lario (LC)
- I&T NARDONI INSTITUTE Srl - Folzano (BS)
- I.I.C. Istituto Italiano Certificazione Srl - Narni Scalo (TR)
- I.I.S. Istituto Italiano della Saldatura - Genova
- IMG ULTRASUONI Srl - Mandello del Lario (LC)
- INPROTEC Spa - Cinisello Balsamo (MI)
- NDE CONTROL Srl - Chivasso (TO)
- NDT ITALIANA Srl - Concorezzo (MI)
- NDTech Srl - Fusignano (RA)
- OLYMPUS ITALIA Srl - Segrate (MI)
- RINA SpA - Genova
- S.A.C.M.I.F. Srl - Rocca Priora (RM)
- SE.MAT Spa - Arcore (MB)
- SEMAT Equipment Srl - Roma
- SISMLAB Srl - Rende (CS)
- STUDIO SIMULA Sas - Fano (PU)
- TEC.SER Srl - Tarquinia (VT)
- TEMA FLUX Srl - Gussago (BS)
- UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione - Milano
- UNIVERSITÀ DI PISA Dip. Sistemi Elettrici e Automazione - Pisa
- VARIAN MEDICAL SYSTEMS



Segreteria Organizzativa

AIPnD

Associazione Italiana Prove non Distruttive Monitoraggio Diagnostica

Via Foresti, 5 - 25127 Brescia - Tel. (+39) 030 3739173 - Fax (+39) 030 3739176 - roma2009@aipnd.it - www.aipnd.it

Direttore dell'Esposizione: Gian Maria Gatti

Segreteria: Elisabetta Arisi

Informazioni, Iscrizioni, Planimetrie, Istruzioni per gli Autori, Prenotazioni alberghiere su www.aipnd.it
Per ogni chiarimento roma2009@aipnd.it



Soluzioni accurate per un mercato in continua evoluzione.

Per Rivoira le richieste di ogni singolo cliente diventano una sfida: progettiamo e proponiamo la soluzione su misura, in base alle specifiche esigenze produttive e di processo.

LaserStar™: la nostra linea di prodotti si conforma perfettamente ai più elevati standard di qualità richiesti dai principali costruttori di impianti laser e plasma.

StarGas™: saldare è un'arte e, per questo, mettiamo a vostra disposizione le nostre migliori miscele, realizzate in collaborazione con il nostro Laboratorio di Sviluppo e Ricerca, per scegliere quella più adatta alle vostre esigenze.

Impiantistica: per Rivoira "sicurezza" è la parola d'ordine; la nostra missione è assicurarla con tutta la flessibilità di cui il cliente ha bisogno, grazie a soluzioni sempre altamente personalizzate.

Rivoira S.p.A. - Gruppo Praxair
Tel. 199.133.133* - Fax 800.849.428
CRM_rivoira@praxair.com

* il costo della chiamata è determinato dall'operatore utilizzato.

**Rivoira: da quasi 100 anni
a sostegno della vostra crescita.**

www.rivoiragas.it

RIVOIRA
Making our planet more productive™



Le prove di compatibilità elettromagnetica per la marcatura CE delle attrezzature per saldatura

Sulla Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee, numero L 390 del 31 Dicembre 2004, è stata pubblicata la nuova Direttiva 2004/108/CE concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica che abroga la precedente Direttiva 89/336/CEE.

Il 20 Gennaio 2005 la nuova Direttiva è entrata in vigore ed ha previsto un periodo transitorio, fino al 20 Luglio 2009, durante il quale è consentita l'immissione sul mercato, o la messa in servizio, di apparati e sistemi conformi alla precedente Direttiva 89/336/CEE.

Come noto le Direttive Europee non forniscono indicazioni tecniche sui principi di progettazione o realizzazione delle macchine o degli impianti, ma si limitano a fornire i requisiti minimi di sicurezza che il Fabbricante dovrà rispettare appoggiandosi a delle norme o specifiche tecniche di sua scelta. In questa ottica l'utilizzo di norme armonizzate che garantiscono la presunzione di conformità può essere un valido aiuto.

La nuova emanazione della Direttiva EMC ha comportato la revisione di tali normative di prodotto e sono pertanto numerose le aziende che hanno iniziato a valutare la conformità dei loro prodotti alla Nuova Direttiva in modo da ottemperare alle richieste della Direttiva stessa e poter immettere sul mercato prodotti conformi marcati CE.

In generale il fabbricante effettua una valutazione della compatibilità elettromagnetica degli apparecchi, sulla base

dei fenomeni pertinenti e si accerta della corretta applicazione di tutte le norme armonizzate applicabili. L'utilizzo di tali normative equivale all'effettuazione di una valutazione della compatibilità elettromagnetica.

È superfluo ricordare che il costruttore deve tenere conto delle normali condizioni di funzionamento previste, delle configurazioni rappresentative dell'uso e deve predisporre quindi la documentazione tecnica attestante la conformità dell'apparecchio.

Per quanto concerne l'applicazione delle norme, i test per la valutazione della conformità in materia di compatibilità elettromagnetica riguardano le prove di Emissione e le prove di Immunità.

Un apparato sottoposto alle prove di compatibilità elettromagnetica deve infatti superare:

Prove di Emissione che si distinguono in condotte, ovvero la misura delle tensioni e correnti di disturbo emesse dall'apparato in prova attraverso il cordone di alimentazione, e irradiate ovvero la

misura dei disturbi RF emessi dall'apparato in prova nello spazio libero circostante mediante il fenomeno dell'irradiazione di campi elettromagnetici da parte di tensioni e correnti variabili nel tempo.

Prove di Emissione armonica e Flicker che prevedono rispettivamente la valutazione delle armoniche della frequenza di rete generate dall'apparecchio in prova e immesse nella rete di alimentazione (Armoniche) e della fluttuazione di tensione (Flicker).

Per queste prove occorre valutare l'entità delle emissioni secondo le procedure indicate dalle normative di riferimento (norme di base) riportate nella Tabella I e confrontarle con i limiti stabiliti dalle stesse; il risultato si intende positivo quando i limiti non vengono superati.

Prove di Immunità che prevedono la verifica del corretto funzionamento dell'apparecchio in prova, in presenza di campi elettromagnetici (Immunità RF), di tensioni e correnti di disturbo sulla rete di alimentazione (Immunità condotta), di transitori di rete (SURGE e

Tabella I - Normative per prove di emissione.

Tipologie di Prove e Misure	Norma di Riferimento
Emissioni radiate	EN 55011, EN 55022
Emissione di potenza di disturbo	EN 55014
Emissione di disturbi di tipo click	EN 55014
Emissione di armoniche di rete	EN 61000-3-2
Emissione di fluttuazioni di tensione e flicker	EN 61000-3-3

BURST), di buchi di tensione (Buchi di tensione) e di scariche elettrostatiche (ESD).

Nelle prove di immunità occorre verificare il comportamento dell'apparecchiatura quando sottoposta ai fenomeni di disturbo esterno generati secondo le procedure dettate dalle singole normative riportate nella Tabella II.

Esempio di prova di emissione

La prova per la valutazione delle emissioni elettromagnetiche irradiate effettuata su una saldatrice ad arco avviene configurando la saldatrice in prova in condizioni di normale funzionamento cercando di ottenere il massimo livello di disturbo emesso, compatibilmente con il suo utilizzo ordinario e nelle condizioni operative previste dalla specifica norma di prodotto (EN 60974-10).



Tabella II - Normative per prove di immunità.

Tipologie di Prove e Misure	Norma di Riferimento
Immunità ai disturbi condotti	EN 61000-4-6
Immunità ai campi elettromagnetici irradiati	EN 61000-4-3
Immunità agli impulsi ad alta energia (SURGE)	EN 61000-4-5
Immunità alle scariche elettrostatiche (ESD.)	EN 61000-4-2
Immunità ai transitori veloci (BURST)	EN 61000-4-4
Immunità ai campi magnetici a 50 Hz	EN 61000-4-8
Immunità al campo magnetico impulsivo	EN 61000-4-9
Immunità alle interruzioni e variazioni di tensione	EN 61000-4-11

Per l'esecuzione della prova la saldatrice e gli apparati di misura vengono allestiti all'interno di una camera schermata semianecoica al di sopra di un supporto non conduttivo girevole.

Durante l'esecuzione delle misure ogni emissione attribuita al sistema viene valutata sia in polarizzazione orizzontale, verticale e azimutale, ruotando la piattaforma e muovendo in altezza il carrello del palo d'antenna dielettrico, ricercando la posizione in cui si ottiene l'indicazione di massimo livello di disturbo emesso.

Le antenne per il rilevamento delle emissioni vengono poste alla distanza di 3 m dalla saldatrice in prova e applicate al carrello mobile del palo non conduttivo per permetterne l'escursione in altezza variabile tra 1 e 4 m.

I limiti di emissione irradiata vengono ricondotti alla distanza di 3 m come pre-

visto dalla normativa.

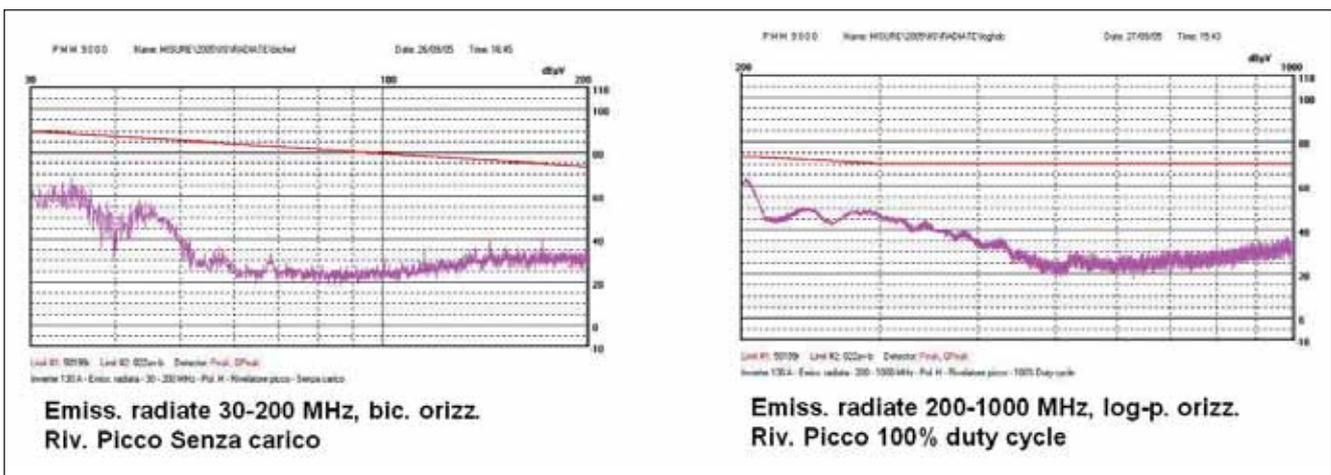
I valori acquisiti sono poi elaborati tenendo conto del fattore di perdita dei cavi utilizzati e del fattore K dell'antenna in uso, mediante interpolazione alle frequenze acquisite.

Un esempio degli spettri che si ottengono da questo tipo di test sono riportati a fondo pagina.

Le misurazioni effettuate mediante queste prove eseguite presso laboratori specializzati e accreditati, utilizzati anche dall'Istituto, permettono ai costruttori di macchine e impianti per la saldatura di provare che la propria produzione soddisfa i requisiti richiesti dalla Direttiva ed ottenere quindi la Marcatura CE.

Dott. Michela Giorgi

Settore certificazione prodotti, materiali
Divisione Certificazione IIS





Miller

The Power of Blue.™



ACCESS™ SYSTEMS

LEADER nell'Automazione

Sistemi Access
per applicazioni
Mig semi-automatici



Flessibile, espandibile e aggiornabile

Miller presenta una nuova gamma di prodotti, che garantiscono qualità di prestazioni e soluzioni applicative uniche nel mercato della saldatura.

Questo prodotto Multi-Mig con controllo digitale a piattaforma computerizzata, rappresenta la massima innovazione per garantire soluzioni, affidabilità e produttività alla clientela.

Il sistema Access è il frutto delle più recenti ricerche e sviluppo della Miller Electric Mfg. Co Appleton U.S.A.

Access è un generatore a tecnologia Inverter che garantisce una potenza di 450Amps @ 100%, ed è tra i prodotti più innovativi attualmente disponibili sul mercato.

Le principali novità esclusive e brevettate sono:

AUTO-LINE™ - Permette all'impianto di riconoscere automaticamente la tensione fornita dalla linea annullando i problemi di fluttuazione della tensione di linea e garantendo un funzionamento costante e continuo dell'impianto e del bagno di saldatura.

Sistemi Access
per automazione
Robotizzata



SURE-START™ - dispositivo che controlla l'arco di saldatura alla partenza.

ACCU-PULSE™ - IL PULSATO SECONDO MILLER. Un software dedicato per i processi MIG, Metal Core, MIG Pulsato standard e Adattivo. I processi gestiti con questa tecnologia garantiscono un controllo preciso e totale dell'arco in qualsiasi posizione e situazione, anche le più difficili.

RMD™ - Regulated Metal Deposition. Un software che permette all'operatore di avere un preciso controllo nel trasferimento di corto circuito. Eccezionale per le saldature dove è presente un importante distacco dei lembi da saldare ed in verticale discendente. In breve RMD permette la semplificazione del processo di saldatura con sensibile riduzione degli spruzzi, minor apporto termico sul pezzo saldato, e quindi minor deformazione. Comportamento perfetto in verticale discendente e nella saldatura di tubazioni.

Access garantisce l'esecuzione completa del procedimento di saldatura "PRIMA PASSATA e RIEMPIMENTO".

ITW WELDING PRODUCTS ITALY SRL

Via Privata Iseo 6/E • 20098 San Giuliano M.se
phone +39.02.98.29.01 • fax +39.02.98.28.15.52
e-mail: miller@itw-welding.it

MTE - Miller Technology Exclusive:

True Blue® - RDM™ - Accu-Pulse™ - Auto Line™
Fan On Demand™ - Wave Writer™ - Wind Tunnel Technology™
Sure Start™ - Sharp Arc™ - Accu Curve™ - Accu Speed™
Access File Management™

Da sempre

 **G.B.C.**
Industrial Tools S.p.A.

garantisce
il meglio

GBC è, da sempre, leader nelle soluzioni per il taglio e lo smusso di tubi e lamiere a freddo. La Nostra gamma copre i diametri da 1/2" a 60" per tutti i tipi di tubi in metallo, lasciando un ottimo grado di finitura. Leggere, semplici, facili da utilizzare, le Nostre macchine sono un solido partner su cui fare ogni giorno affidamento.

mca mini cutter



**tagliatubi
mod. pipe**



 **G.B.C.**
Industrial Tools S.p.A.

VIA ARTIGIANI, 17
25030 TORBIATO DI ADRO (BS) - ITALY
TEL. +39-030-7451154 - FAX +39-030-7356629
www.gbcindustrialtools.com sales@gbcindustrialtools.com

mini auto



International Institute of European Welding Federation



Notizie

Estratto dal Rapporto annuale 2008 EWF/IAB

Welcome

The European Welding Federation (EWF) and the International Institute of Welding (IIW) are separate organizations but with a common activity in qualification and certification in welding and related technologies.

This activity is administered by a single, joint Secretariat called the EWF-IAB Secretariat.

IAB stands for the International Authorization Board which is the part of IIW that deals with qualification and certification. In this report you will find information about the qualification and certification systems of EWF/IAB which have been running for several years and are undergoing continuous and rapid expansion both technically and geographically. Any individual or organisation that relies on the competence of people in welding and related activities at any level cannot ignore the EWF/IAB systems. They feature in regional and international standards and, more and more, in client specifications.

Overview

The past year has seen the consolidation of the IAB (EWF financial situation with an increase of income of 13% related with the activity in cooperation projects, a redefinition of the strategy of EWF and the starting of the implementation of the IIW Certification System.

The activity in cooperation projects has been focused on developing work to support the expansion of the International Training, Qualification and Certification Systems. Examples of

projects that started in 2008 with this goal in mind are the Leonardo da Vinci projects, Eurodata and Weldspread. The first is aimed at developing more 600 questions for the examination data base in 5 languages. The second is aimed at promoting the system in member and non-member countries. Greece and Lithuania are the new countries involved and it is expected that applications for ANB will be put forward in 2009, from these countries.

IAB has continued its activity in the development of the Systems, namely in what regards the use of the Certification Systems in the countries from outside Europe. South Africa and Australia, after Iran, became authorized ANBCCs. The network of ANBCCs comprises now 18 countries. Also new Operating Procedures and revisions of documents aimed at improving the quality of the Systems have been developed in 2008 with the contribution of all 39 IAB members. New guidelines for Mechanical Destructive Testing, Mechanized, Automated and Robot Welding Operators and Welding Safety are being developed.

The new guideline aimed at aligning Certification of Welders accordingly with EN 287 with the EWF Training and Qualification System for Welders is under development. This is expected to significantly contribute to the development of the System in the member countries and thus to increase the number of certificates awarded.

An important aspect of the EWF activity in the course of 2008 has been the implementation of the actions related with the main six strategic areas of development, identified in the Consultation Groups meetings which include: e.g. "Harmo-

nized Implementation of EU Directives and EU standards”, “Develop, maintain and improve EWF services and products” and “Improvement of the image of welding”.

The campaign to improve the image of welding using the slogan “Welding: cool, clean and clever” has been adopted by all member countries and will continue in 2009.

The financial situation continues to show a decrease on the number of diplomas sold and awarded which again in 2008 has been compensated by income from the activity in Projects. The overall financial situation is sound, above budget and it is expected to reach the end of the present 5 year contract of the EWF/IAB Secretariat in 2009, with a positive balance.

IAB General Activities

2008 was a year where IAB has focused on the consolidation of IIW Education, Training, Qualification and Certification Systems. To achieve this goal the activity in 2008 within IAB Groups A - Education, Training and Qualification and B - Implementation, Authorization and Certification focused on updating of existing guidelines and documents, development of guidelines for areas where IAB members have identified potential markets, approval of Companies Certification according to ISO 3834 and of Personnel Certification Schemes and support for the applicant ANBs/ANBCCs from new member countries.

IAB Organisation

The review of the IAB organization that started in 2007 kept on being developed in 2008, oriented towards the development of new strategies and the wider participation of an ANBs/ANBCCs in the decision making process. This review is expected to be finalized in 2009.



German Hernandez was elected as new IAB Chairman for the period July 2008-July 2011, replacing Bertil Pekkari



Christian Ahrens was re-elected as IAB Group A Chairman



Stefano Morra was nominated by EWF to be the representative of the European region in IAB Board

IAB Group A / IAB Group B

Education, Training and Qualification / Implementation and Authorization

The activities in 2008 within IAB Groups A and B were focused in the following actions:

- Approval of “revision 3” of International Welding Inspection Personnel Guideline - IWIP.
- Review of existing Guidelines, Rules and Operating Procedures within IAB continuous improvement policy.
- Starting up of three new Working Groups for development of new Guidelines: Mechanized, Orbital and Robot Welding, Mechanical Destructive Testing and Welding Safety.
- A new Editorial Working Group has been set up to ensure the same structure and wording for all Guidelines.
- Approval of all four documents supporting the IIW Companies Certification Scheme according to ISO 3834.
- Approval of the document supporting the IIW Scheme for Certification of Personnel with Welding Coordination Responsibilities.

All the IAB members are collaborating in the pilot tests of the Harmonized Examination Database.

The IIW Certification System for Companies comprises the 14 EWF ANBCCs - Authorized National Bodies for Companies Certification, which are now also IIW ANBCCs and South Africa and Iran who were the first two countries from outside Europe to embrace the opportunity and have thus become the first non European ANBCCs approved. France was the first European ANBCC authorized according to the IIW Companies Certification Scheme.

The Authorized National Bodies for Companies Certification - ANBCC Network comprises a total of 17 countries plus Australia as an Applicant IIW ANBCC.

The present Authorized National Bodies - ANB Network comprises a total of 39 countries with thirty five authorized ANBs and four Applicant ANBs. Singapore got preliminary authorization in 2008. Applications from Turkey and Indonesia were received by the end of 2008.

The table summarises the ANBs and ANBCCs network in 2008 including both authorized and applicant:

Type & Status	Only EWF	Only IAB	EWF & IAB
Members			
AsANB	0	9	25
As ANBs w/Certification of Personnel	0	0	5
As ANBs w/CEPW Certification	2	-	-
AsANBCC			
Nr. of ANBCC - QMS	0	0	17
Nr. of ANBCC - EMS	3	-	-
Nr. of ANBCC - H&SMS	2 (Applic.)	-	-
Applicant / Observer Member			
For ANB	0	3	0
For ANBCC (only ISO 3834)	0	1	0
For ANBs w/Certification of Personnel	0	0	0
For ANBs w/CEPW Certification	2	-	-

Diplomas printed and awarded

In 2008, 9438 IIW diplomas were printed, representing an increase of about 10% when compared to 2007, and 3174 EWF printed diplomas, representing a decrease of about 11% compared to 2007.

Overall, considering both IIW and EWF printed diplomas we can conclude that there was an increase in the number of printed diplomas of about 6%.

The total number of EWF and IIW awarded diplomas increased of 9.5%, namely due to the award of IIW diplomas,

which increased of about 17%. The EWF awarded diplomas had a decrease of about 13%.

During 2008, 7603 IIW diplomas and 1893 EWF diplomas have been awarded. The related income will be reported on the accounts of 2009.

The increase in IIW diplomas did not compensate for the decrease of EWF awarded diplomas and the total overall of EWF and IIW awarded diplomas in 2008 did not reach the values of previous years, as can be seen in the table below:

Diplomas\Year	2005	2006	2007	2008
Printed - EWF	7010	8596	3565	3174
Printed - IIW	8006	7962	8328	9438
Printed - Total	15016	16558	11893	12612
Awarded - EWF	5762	5832	2177	1893
Awarded - IIW	5436	5952	6496	7603
Awarded - Total	11198	11784	8673	9496

A table with the activities of ANBs of the different countries, in 2008 and cumulated till 2008 is presented below:

Country	Diplomas Awarded by ANBS 2008 And ATBs							
	EWF		IAB-IIW		EWF+IAB/IIW During 2008	ATBs		
	During 2008	Cumulated until 2008	During 2008	Cumulated until 2008		In	Outside	Totals
Australia	---	---	185	1104	185	11	1	12
Austria	0	3789	480	1751	480	14	4	18
Belgium	0	2209	374	704	374	6	0	6
Brazil	---	---	0	0	0	1	0	1
Bulgaria	7	64	37	124	44	5	0	5
Canada	---	---	60	136	60	1	0	1
R. P. China	---	---	769	3854	769	1	0	1
Croatia	20	437	80	298	100	0	0	0
Czech Republic	171	1967	253	1281	424	16	0	16
Denmark	0	850	24	169	24	1	0	1
Finland	5	3880	373	2037	378	48	0	48
France	0	1704	181	1655	181	8	0	8
Germany	1518	75231	2400	20099	3918	373	4	377
Hungary	55	695	104	595	159	13	0	13
India	---	---	126	130	126	0	---	0
Iran	---	---	67	156	67	2	0	2
Italy	20	1539	238	2253	258	0	0	0
Japan	---	---	36	2229	36	6	0	6
Netherlands	0	1502	211	1001	211	16	0	16
Nigeria	---	---	---	---	0	---	---	---
Norway	0	844	107	780	107	4	0	4
Poland	5	1717	325	1429	330	6	0	6
Portugal	14	820	24	544	38	7	0	7
Romania	10	471	119	635	129	1	0	1
Russia	0	0	15	139	15	4	0	4
Serbia	0	5	80	237	80	3	0	3
Slovakia	47	881	91	420	138	5	0	5
Slovenia	0	276	187	347	187	1	1	2
South Africa	---	---	58	251	58	4	0	4
Spain	0	1126	71	657	71	9	1	10
Sweden	10	2246	313	1084	323	35	0	35
Switzerland	0	820	67	1016	67	3	0	3
Singapore	---	---	---	---	0	0	---	0
Thailand	---	---	27	157	27	1	0	1
Ukraine	0	0	33	148	33	2	0	2
United Kingdom	11	3649	88	2959	99	2	0	2
USA	---	---	---	53	0	0	---	0
TOTAL	1893	108272	7603	50652	9496	609	11	620



The European / International System for Qualification of Welding Personnel

For a company using welding in manufacturing, the way to assure the quality of the work is by training and qualifying its personnel through the EWF/IIW System.

For a worker who wants to acquire skills and to achieve excellence in his profession the goal is to be awarded a EWF/IIW diploma.



Leggi e Decreti

Benefica ricaduta dei “modelli di organizzazione e gestione aziendale” nel contesto del D.Lgs. 81/2008

La prima evidenza, anche alla superficiale lettura dell'articolato, è quella rappresentata dall'art. 30 che ha introdotto valenza dei “modelli di organizzazione e di gestione” al fine dell'efficacia esimente della responsabilità amministrativa per le persone giuridiche, le società e le associazioni anche prive di personalità giuridica di cui al D.Lgs. 8 Giugno 2001, n. 231; immediata leggibilità che tuttavia propone l'opportunità di approfondire l'innovazione non soltanto in relazione all'articolo in esame.

Esiste invero una concatenazione novella, così articolata:

- all'art. 6 del D.Lgs. 81/08, comma 8 lettera m), è prevista la competenza della Commissione consultiva permanente per la salute e la sicurezza sul lavoro, la quale dovrà indicare modelli di organizzazione e gestione aziendale ai fini di cui all'art. 30 stesso decreto;
- all'art. 16 è disciplinata la “delega di funzioni da parte del datore di lavoro”;
- all'art. 30 l'adozione dei modelli anzidetti e la prima applicazione di essi sulla base di sistemi gestione “presunti conformi ai requisiti richiesti ai modelli” individuati nelle indicazioni delle Linee Guida UNI-INAIL per S.G.S.L. 28 Settembre 2001 e

British Standard OHSAS 18001:2007, in attesa di “ulteriori modelli” emanati dalla Commissione permanente di cui al citato articolo 6;

- all'art. 300 la sostituzione, ai fini della disciplina della sicurezza e salute, del previgente art. 25 septies del D.Lgs. 231/2001, con una nuova edizione dell'art. 25 septies (che rinvia all'art. 55, comma 2, del D.Lgs. 81/2008 nei conseguenti aspetti sanzionatori).

Nel presente contesto (riservato ad altro approfondimento il distinguo sulle conseguenze esimenti) si vuole focalizzare un aspetto, meno eclatante, ma egualmente utile e benefico, dell'impiego aziendale dei modelli di organizzazione di gestione.

Trattasi dell'applicabilità alla c.d. delega datoriale, in ordine alla quale si è ricordato l'art. 16 del testo normativo. Come è noto il datore di lavoro conferente delega (questa situazione non è nuova, poiché si ricollega alla pregressa normativa di sicurezza) si trova imprigionato in una morsa che si sostanzia:

- a) da un lato nel dovere di non ingerenza nelle decisioni ed attività del proprio delegato, a pena di decadenza della proroga stessa, con rimbalzo quindi di ogni responsabilità anche operativa in capo al datore delegante a causa della sua intrusione nei compiti delegati;
- b) dall'altro lato nell'obbligo, comunque e sotto pena di sanzione, di vigilare sul delegato “in ordine al corretto espletamento da parte del

delegato delle funzioni trasferite”.

Il divieto di ingerenza di cui al punto a) che precede (già proprio dell'art. 1 comma 4-ter del D.Lgs. 626/94) è stato sviluppato e precisato da consolidata e arcinota giurisprudenza che ha individuato contenuti e requisiti di validità della delega; il punto b) è di esplicita enunciazione normativa nel nuovo testo della sicurezza.

Vigente il D.Lgs. 626/94, interpreti, dottrina e giurisprudenza molto si erano affaticati in ordine alla enunciazione e all'estrinsecazione pratica dell'obbligo di vigilanza, anche con discordi conclusioni; una delle possibili risposte (pur sempre alternativa a soluzioni autogenerate dal datore di lavoro auspicabili e ben più che lecite) è oggi suggerita dallo stesso comma 3, ultima parte, il quale in via non impositiva, ma certamente sussidiaria (è significativa la interposizione di un anche fra il verbo e il complemento che lo segue), propone strumenti - sistemi di verifica e controllo da ritenersi, per voce di legge, adeguati e idonei all'esercizio della prescritta vigilanza, enunciati nel comma 4 dell'articolo 30.

Il che, oltre ad essere valido apporto e guida ai datori di lavoro, conferma all'interprete la centralità dei modelli di organizzazione e di gestione nell'impianto normativo presente.

Avv. Tommaso Limardo
Consulente giuridico tecnico
per la sicurezza

REGALI IN REGOLA. CON UNICEF FAI UN REGALO SICURO E RESPONSABILE.

I biglietti e i regali dell'UNICEF sono realizzati seguendo i più rigorosi standard internazionali sulla qualità, la sicurezza, la responsabilità sociale e la tutela dell'ambiente.



SICUREZZA

Un regalo UNICEF è un regalo sicuro. I giocattoli e i prodotti per i bambini dell'UNICEF sono di alta qualità e testati secondo quanto disposto dalle normative sulla sicurezza.



ARTIGIANALITÀ

L'UNICEF sostiene da sempre il lavoro degli artigiani e si rivolge solo a laboratori socialmente responsabili e a produttori che si conformano ai nostri principi.

DIRITTI

Per le nostre collezioni ci rivolgiamo a operatori che credono nei nostri stessi principi. Ci assicuriamo che i fornitori UNICEF, ovunque operino e qualsiasi siano le loro dimensioni, rispettino i nostri standard sui diritti dei lavoratori e, in particolare, sul divieto assoluto dello sfruttamento del lavoro minorile.



AMBIENTE

L'UNICEF si impegna per la tutela dell'ambiente per le generazioni future. Utilizziamo solo legno e carta provenienti da foreste gestite in modo responsabile, senza ricorrere a materiali che possano avere un impatto negativo sulla natura.

Dalle Associazioni



Rilevazioni ANASTA del mercato Saldatura e Taglio nel 1° semestre 2009

Nel mese di Luglio 2009 ANASTA ha rilevato le statistiche delle vendite del 1° semestre confrontandole con lo stesso periodo del 2008.

L'assemblea generale ANASTA del 28 Maggio sembra ormai lontana e superata per quanto riguarda il mercato.

Quello che invece è ancora attuale e non superato è il nuovo programma di attività di ANASTA che è stato denominato come l'obiettivo che si prefiggono gli organi sociali e le aziende associate:

“Il rapporto di ANASTA con il mercato”. I mezzi per raggiungere gli obiettivi di una Associazione sono sicuramente il confronto tra le varie realtà che operano sul mercato.

Dopo l'esperienza specializzata delle tre edizioni della Mostra Convegno SALDAT, ANASTA nel 2008 ha continuato a tenere in evidenza questa esi-

genza ed ha proseguito su questa strada per l'attività di comunicazione.

L'anno 2009 sarà il primo operativo di rapporto con il mercato su più fronti.

Il logo SALDAT, proprietà di ANASTA, continuerà ad essere il riferimento della comunicazione.



La collaborazione con vari Enti ed Associazioni quali Assofermet, CEI, Istituto Italiano della Saldatura, UCIMU è

indispensabile per una miglior riuscita di questa attività, che si articola tra: newsletter via mail, sito ANASTA e SALDAT, convegni (secondo semestre 2009) e FORUM SALDAT.

ANASTA non può essere solo un punto di incontro e informazione ma deve essere anche un contenitore di confronto e di aziende qualificate con un corretto comportamento sul mercato, ecco la Garanzia ANASTA.

In continuità con i propri programmi per il 2009 e 2010, il Consiglio Direttivo di ANASTA ha deciso che l'associazione deve essere parte attiva nel processo di qualificazione del settore partendo dalle



aziende Associate, attivando il progetto: "Garanzia di leale concorrenza e corretto posizionamento sul mercato". L'obiettivo è anche quello di tutelare le aziende associate ad ANASTA.

Il Consiglio Direttivo ha scelto la proposta dell'Istituto Italiano della Saldatura come "competent-body" di supervisione. Riprendiamo l'argomento di partenza, le statistiche vendita analizzate da Luglio 2009.

Il mercato saldatura e taglio dei metalli
Per ANASTA il mercato è quello nazionale, ove operano oltre 100 società italiane, di cui 58 associate ad ANASTA che esportano per circa il 50% del loro fatturato, che è stimato globalmente per l'anno 2008 in 1.500 milioni di euro. Se il mercato europeo, senza automazione, può essere stimato in oltre 2.500 milioni di euro, i produttori italiani hanno una quota di mercato di circa il 30% (Fig. 1). Perché l'analisi fatta un mese fa è ormai superata e lontana? Perché tutti abbiamo continuamente rivisto le nostre stime, correggendole con i consuntivi.

Alcune conferme vengono anche da settori di nostro interesse (Tab. 1).

Le rilevazioni delle vendite per il mercato nazionale relative al primo semestre 2009, a confronto dello stesso periodo del 2008, hanno messo in evidenza un calo del totale delle vendite in valore del 37.04% e di oltre il 30% per tutti i gruppi professionali, settori del catalogo saldatura e taglio (Fig. 2).

Per i prodotti di consumo (3° gruppo) si può verosimilmente prevedere che nel 2009 saranno consumate ogni mese le stesse quantità di prodotto del primo semestre 2009 con un calo delle vendite in quantità di oltre il 30% a confronto dell'anno 2008.

Valutazione diversa ed impossibile va fatta per il fatturato, in quanto dall'Aprile 2008 è iniziata la salita dei prezzi delle materie prime, con una discesa rapida a fine anno, che continua e varia continuamente nel 2009.

Le aziende associate ad ANASTA periodicamente, con una tradizionale analisi flash, fanno una valutazione delle prospettive per i successivi 6 mesi. Per i prodotti di consumo emerge per l'anno 2009 una previsione in continuità negativa con un lieve segnale positivo. I delegati delle aziende avevano previsto questa discesa delle vendite fin dal Luglio 2008 (Fig. 3). Diverse sono le opinioni dei delegati

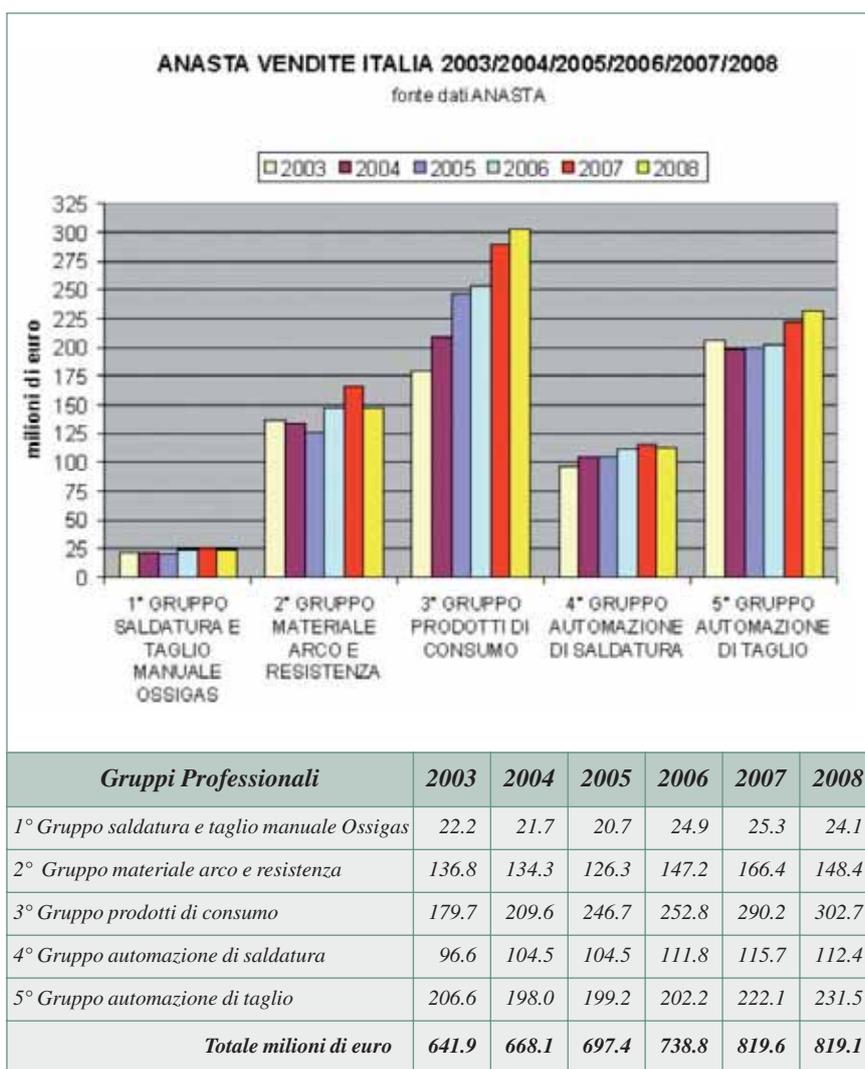


Figura 1

Tabella I

EUROFER (Newsletter Mercato Europeo Giugno 2009)		
Totale consumo acciaio		
2008/2007: -1.7%	Stima 2009: -18.2%	Previsione 2010: +0.7%
Ad Aprile 2009 la stima 2009 era -14.9% e la previsione 2010 +1.7%		
La stima 2009 e la previsione 2010 evidenzia i settori più negativi:		
Strutture	Stima 2009: -15.5%	Previsione 2010: -1.5%
Automotive	Stima 2009: -29.3%	Previsione 2010: +2.8%
Navale	Stima 2009: -29.2%	Previsione 2010: -11.1%

ANIMA, l'Associazione che raggruppa i produttori di Macchine per energia e per industria chimica, Montaggi, Macchine per edilizia	
Produzione Globale settore: 2008 +2.6%	stima 2009 -8.7%

UCIMU - Macchine Utensili	
Consegne mercato nazionale: 2008 +0.8%	stima 2009 -34.9%



Figura 2

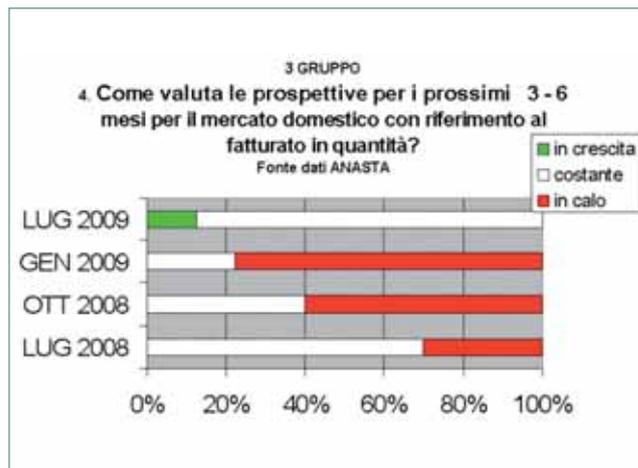


Figura 3

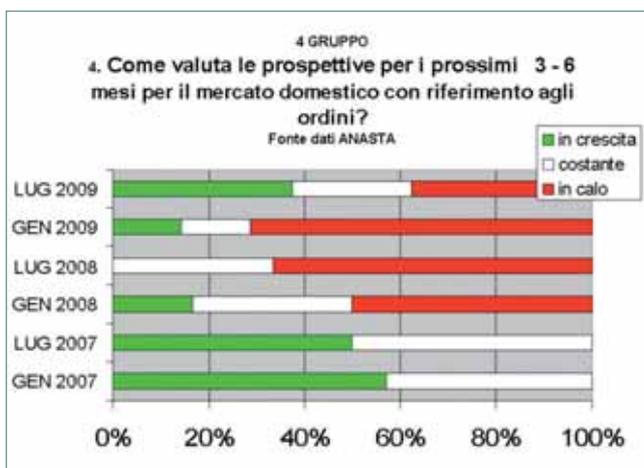


Figura 4

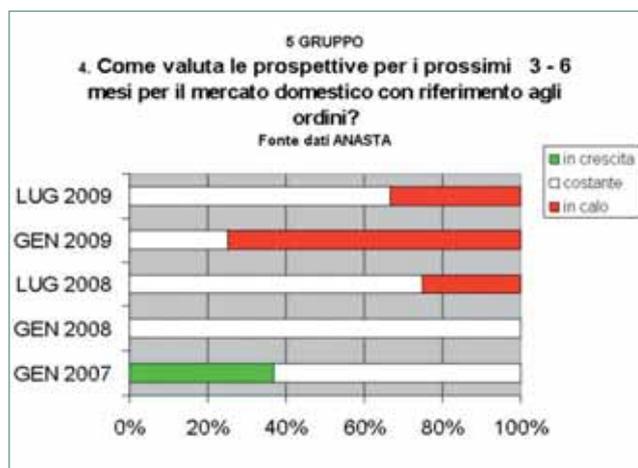


Figura 5

delle aziende che operano nel settore investimenti. Per l'automazione della saldatura (4° gruppo), partendo da un negativo del 1° semestre 2009 del 35.9%, hanno pareri contrastanti per i prossimi sei mesi. Pareri contrastanti ormai da alcuni anni (Fig. 4). Quelle che operano nell'automazione taglio (5° gruppo) hanno dichiarato a

Luglio il peggior periodo di vendite da molti anni, con un negativo del 40.91% (impianti automatici taglio termico -56.43%), ma da oltre due non prevedono andamenti positivi (Fig. 5). Concludendo l'associazione ANASTA ed i delegati delle aziende associate si preparano ad un periodo, che non sarà breve, che richiederà un cambiamento

per affrontare il nuovo mercato. Quindi è giusto operare in un ambiente che fa da "garante" del proprio settore sia a livello nazionale che europeo, con la collaborazione dell'associazione EWA (European Welding Association).

Giuseppe Maccarini
(Presidente ANASTA)

IL LAVORO ITALIANO NEL MONDO
L'INDUSTRIA AUTOMOBILISTICA
400
ITALIA

SVERIGE 270

20

La saldatura nei francobolli
Robot di saldatura
(Welding robots)
Italia 1983
Svezia 1984
Germania (DDR) 1987

Mediterraneo, un mare di opportunità

MACCHINE UTENSILI, ROBOT, AUTOMAZIONE

BARI, 18-21/2/2010
FIERA DEL LEVANTE



FIERA INTERNAZIONALE

Da giovedì 18 a domenica 21 febbraio 2010, FIERA DEL LEVANTE di Bari ospita la settima edizione di BI-MU MEDITERRANEA, fiera internazionale affermata come vetrina delle tecnologie funzionali allo sviluppo produttivo delle regioni centro-meridionali italiane, dei paesi balcanici, di quelli dell'Europa sudorientale e dell'Africa settentrionale. Ai costruttori di macchine utensili, robot e automazione BI-MU MEDITERRANEA offre, dunque, l'opportunità di rispondere alla domanda espressa da un mercato estremamente dinamico, animato da imprese, di dimensione piccola e media, che possono contare su competenze e risorse qualificate, e dagli insediamenti produttivi dei colossi di diversi comparti (dall'automotive alla componentistica). Non a caso, la sesta edizione della manifestazione, svoltasi nel febbraio 2008, ha registrato la presenza di 7.500 visitatori interessati all'offerta presentata, su una superficie standistica di quasi 7.000 metri quadrati, da 265 imprese. BI-MU MEDITERRANEA rende disponibile agli espositori un'area perfettamente idonea a presentare la produzione settoriale e la competenza organizzativa di ENTE AUTONOMO FIERA DEL LEVANTE, che si avvale della collaborazione delle strutture specializzate di UCIMU-SISTEMI PER PRODURRE, l'associazione italiana dei produttori del comparto.

La modulistica di iscrizione è in www.bimu-mediterranea.it

Organizzazione a cura di
ENTE AUTONOMO FIERA DEL LEVANTE



FIERA DEL LEVANTE
lungomare Starita, 70123 Bari BA (Italy)
tel. +39 0805 366 323/393, fax +39 0805 366 311
www.fieradelle Levante.it

In collaborazione con



CEU-CENTRO ESPOSIZIONI UCIMU SPA

Per informazioni: BI-MU MEDITERRANEA c/o
CEU-CENTRO ESPOSIZIONI UCIMU SPA
viale Fulvio Testi 128, 20092 Cinisello Balsamo MI (Italy)
tel. +39 0226 255 229/861, telefax +39 0226 255 896
bimumed.esp@ucimu.it, bimumed@fieradelle Levante.it

Costi di partecipazione. € 103,00/mq + 7,50/mq (canone servizi forfettari: consumo elettrico fino a 5kW, estintori, pulizia posteggi, diritti d'autore). Maggiorazioni: 10% per posteggi con 2 lati liberi; 15% per posteggi con 3 lati liberi; 20% per posteggi con 4 lati liberi. € 260,00 per iscrizione. € 60,00 per ogni casa espositrice, rappresentata e/o indicata in catalogo (i costi indicati sono intesi IVA esclusa). I moduli d'iscrizione (disponibili, da aprile 2009, in www.bimu-mediterranea.it o presso CEU-CENTRO ESPOSIZIONI UCIMU, +39 0226 255 229) devono essere restituiti agli organizzatori entro il 30 giugno 2009.

Apertura. Dalle 9,30 alle 18,00, da giovedì 18 a sabato 20; dalle 9,30 alle 15,00, domenica 21. Ingresso gratuito riservato a operatori, stampa e istituti scolastici.





ANCCCP

Certification Agency



- Machinery and Safety Components
- Gas Appliance
- Quality System
- Lifting Equipment
- Pressure Equipment
- Agricultural Food Products



- Electrical Equipment
- Personal Protective Equipment
- Construction Products
- Recreational Craft
- E-Commerce
- Quality Enviromental Sistem

- Macchine e Componenti di Sicurezza
- Apparecchi alimentati a Gas
- Sistemi Qualità
- Ascensori
- Apparecchi e Sistemi a Pressione
- Prodotti Agroalimentari



- Materiale Elettrico e Compatibilità Elettromagnetica
- Dispositivi di Protezione Individuale
- Prodotti da Costruzione
- Unità da Diporto
- E-Commerce
- Sistema di Qualità Ambientale

PER IL MERCATO EUROPEO ED EXTRAEUROPEO

For european and non european market




Legnano
Pescara
Livorno
Roma
Napoli
Catanzaro
Catania
Milano

anccp@anccp.it
www.anccp.it

cap - 20134
via Rombon, 11
tel. 02.2104071 r.a
fax 02.210407218



**AFFIDABILITÀ
& TECNOLOGIE**

**AUTOMOTIVE, AEROSPACE,
RAILWAY, NAVAL & YACHT**

14/15 Aprile 2010

TORINO - 4^a Edizione

*C'è vero progresso
solo quando i
vantaggi di una
nuova tecnologia
diventano per tutti
Henry Ford*

INNOVAZIONE PER COMPETERE

**SOLUZIONI E TECNOLOGIE SPECIALISTICHE
PER LA RIPRESA COMPETITIVA,
PER IL MIGLIORAMENTO DEI PRODOTTI E DEI
PROCESSI E L'ABBATTIMENTO DEI COSTI**

180 Espositori

e oltre 600 marchi rappresentati.

**50 SEMINARI PRATICI e 6
CONVEGNI**

in collaborazione con primarie Realtà pubbliche e private.

**DEDICATA A DECISORI
E RESPONSABILI**

(PROGETTAZIONE, RICERCA E SVILUPPO, UFFICIO TECNICO, MISURE,
CONTROLLO QUALITÀ E TESTING, PRODUZIONE, MANUTENZIONE, ENERGY
MANAGER) DI AZIENDE DELLE "FILIERE":

**AUTOMOTIVE, AEROSPACE, DEFENCE
AVIO, NAVAL & YACHT, RAILWAY**



Ti attendiamo!

in collaborazione con:



con il patrocinio di:



Dalle Aziende



Sistema ESAB inseguimento per saldatura automatizzata

Il sistema ESAB per il posizionamento della torcia nei procedimenti di saldatura automatizzata ad arco sommerso è composto dall'unità di controllo GMH, con slitte motorizzate ortogonali e sensori per l'allineamento con il giunto da saldare.

Una caratteristica peculiare dei procedimenti di saldatura ad arco sommerso consiste nel fatto che l'arco non è visibile e non vengono generati spruzzi, scintille e fumo.

La corrente di saldatura, la tensione d'arco e la velocità di avanzamento sono tutti fattori che influenzano la forma del cordone, la profondità di penetrazione e la composizione chimica del metallo depositato. Dato che l'operatore non può osservare il bagno di

fusione, sono di grande importanza la scelta dei parametri ed il preciso posizionamento del filo-elettrodo nel giunto.

Il sistema di allineamento automatico ESAB GMH consente di eliminare i difetti dovuti alle imprecisioni di allineamento dell'arco elettrico con il giunto, che influenzano anche i parametri di saldatura e quindi la qualità dell'intero processo.

L'operatore può quindi dedicarsi al controllo complessivo del procedimento, con la sicurezza che l'arco elettrico è sempre posizionato al centro del giunto e alla corretta distanza da esso. I parametri di saldatura impostati verranno quindi mantenuti costanti, contribuendo alla qualità del risultato.

L'inseguimento automatico GMD è stato studiato per giunti di testa e d'angolo e compensa automaticamente le irregolarità dei giunti, segue forme geometriche semplici ed evita errori di parallasse.

Il sistema è estremamente facile e intuitivo da azionare e non richiede programmazione. All'inizio del processo l'operatore posiziona la torcia di saldatura nella collocazione voluta, mediante un joystick. Una volta avviato il processo, il sistema manterrà automaticamente tale impostazione.

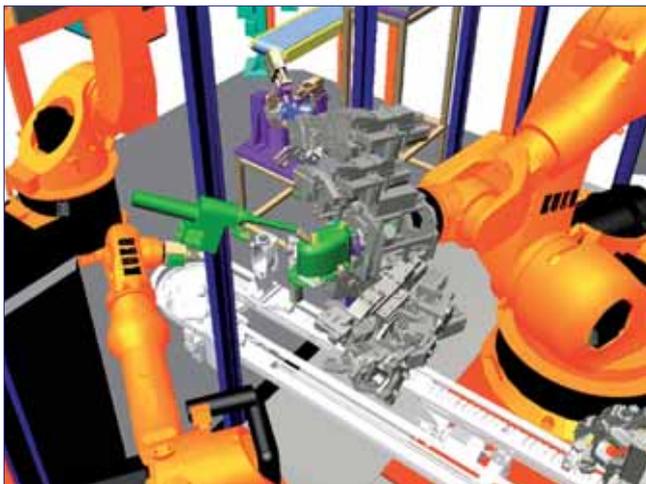
La consolle di manovra può essere integrata nel pannello di controllo, oppure distaccabile e azionabile a distanza con un cavo di collegamento da 3.5 metri.

ESAB Saldatura SpA
Via Mattei, 24 - 20010 Mesero (MI)
Tel. 02 979681 - Fax 02 97289300
e-mail: esab.saldatura@esab.se
www.esab.it



Aumentare l'efficienza energetica durante la saldatura - Tecnologie di saldatura innovative che consentono di risparmiare energia, materiale e forza lavoro

L'efficienza energetica è divenuta il tema dominante del progresso industriale. Durante la saldatura, oltre ai dati elettrici caratteristici del processo in sé, conta anche la considerazione del processo di produzione nel suo complesso,



in particolare gli effetti delle fasi di lavoro a monte e a valle del processo di saldatura. In questo senso, l'efficienza energetica richiede l'impiego di processi di saldatura caratterizzati da meno spruzzi, velocità di saldatura sensibilmente maggiore e riempimento delle fessure notevolmente migliore con apporto di calore controllato. Con i processi CMT, LaserHybrid e la saldatura a punti DeltaSpot, Fronius mette a disposizione tre soluzioni pratiche intelligenti che provvedono a una maggiore efficienza energetica e a un ritorno sul capitale investito più rapido. Tre applicazioni tipiche lo dimostrano.

La saldatura a robot, vantaggiosa in termini economici, richiede l'esecuzione del lavoro senza interruzioni. Con i robot equipaggiati con i sistemi di saldatura MAG (metallo-gas attivo) convenzionali è però necessario interrompere di frequente il processo per pulire gli ugelli dagli spruzzi di saldatura. In questa applicazione è possibile ottenere risparmi notevoli in termini di tempo, energia e materiali, come efficacemente dimostrato dal Ph. D. Yong joon Cho di Hyundai Motor Company. Il passaggio al processo di saldatura CMT presenta, oltre a una riduzione significativa degli spruzzi di saldatura, soprattutto una giunzione metallica più stabile e una tendenza sensibilmente inferiore all'incollamento dell'elettrodo. In questo modo si riducono i tempi di inattività delle celle di saldatura a robot di oltre il 60%, aumentando così anche l'efficienza dell'impiego di energia elettrica.

Un riempimento delle fessure quanto più possibile elevato riduce le spese e i costi per le fasi di produzione preliminari e

notevoli vantaggi. Rispetto ai processi MIG o laser con alimentazione filo a freddo convenzionali, questo tipo di saldatura consente di raggiungere una velocità di saldatura superiore di fattore 3 e, grazie alla riduzione dell'energia del segmento, di ottenere un consumo di energia elettrica notevolmente inferiore con una minore distorsione termica.

La saldatura a punti convenzionale, in particolare di pezzi di alluminio, è caratterizzata da un consumo di energia elettrica elevato e da una maggiore usura dell'elettrodo, da cui conseguono frequenti interruzioni del processo per la sostituzione degli elettrodi e costi elevati per gli elettrodi stessi. DeltaSpot, un sistema di saldatura con guida a ricircolo tra gli elettrodi e le lamiere da congiungere, assicura la protezione degli elettrodi, provvede continuamente ad apportare materiale fresco sul punto di contatto e riduce il consumo energetico. Il processo flessibile e a comando universale consente una saldatura a punti continua caratterizzata da una qualità costante, sia di pezzi di alluminio, di qualità di acciaio diverse, sia di lamiere zincate o con rivestimento organico. Dalla qualità dei prodotti e dalla produttività dell'impianto elevate e comprovabili, dalla notevole riduzione degli scarti e dai risparmi in termini energetici e di materiale ottenuti consegue una produzione più efficiente e più sicura.

FRONIUS

Via Monte Pasubio, 137 - 36010 Zanè (VI)
Tel. 0445 804444 / 0362 545564
Fax 0445 804400
e-mail: giambattista.borriero@arroweld.com
www.fronius.com

per il fissaggio dei pezzi da saldare. Secondo Heiko Steinmetz, responsabile per le tecnologie di pianificazione della produzione e per la progettazione e le tecnologie di formatura, giunzione e montaggio presso Mercedes Benz, la saldatura LaserHybrid nell'impiego in grande serie offre

Impianti Solari Expo: l'energia intelligente per l'industria manifatturiera sbarca a Parma dal 25 al 27 Marzo 2010

In Italia solo il 5% delle aziende ha installato pannelli fotovoltaici sul proprio capannone.



Al via dal 25 al 27 Marzo 2010 presso Fiere di Parma Impianti Solari Expo, la prima fiera italiana dedicata alle energie rinnovabili per l'industria manifatturiera.

L'appuntamento della "città dell'energia intelligente" si svolgerà in concomitanza di MEC SPE, la fiera internazionale dedicata alle tecnologie di produzione, e avrà l'intento di mettere in risalto le tecnologie relative agli impianti fotovoltaici in un'ottica di diminuzione dei costi d'esercizio e di risparmio energetico.

L'idea di Senaf, società che organizza i due appuntamenti, è infatti quella di sfruttare direttamente in fiera la sinergia relazionale e di business garantita dalla presenza di oltre 25.000 imprenditori provenienti dai diversi settori dell'industria manifatturiera che potranno approfondire la conoscenza dei prodotti e delle tecnologie più all'avanguardia del settore degli impianti fotovoltaici.

Proprio dall'analisi degli ultimi dati resi noti dal Gestore dei Servizi Elettrici - GSE si evidenzia che in Italia il totale della potenza installata degli impianti fotovoltaici che usufruiscono degli incentivi del vecchio e del nuovo Conto Energia è cresciuta del 25% nei primi sei mesi del 2009 (dati aggiornati al 2 Luglio 2009) superando i 524 MW con oltre 41.300 impianti entrati in esercizio. Interessante notare come la grande maggioranza degli impianti installati (98%) siano di piccola e media taglia (compresi tra 1 e 50 kW) e generino una potenza totale di 295.8 MW (il 56% della potenza totale prodotta). Il restante 2% è composto da grandi impianti superiori a 50 kW, che generano una potenza totale di 228.2 MW, pari al 44% della potenza totale prodotta.

Questo dato confrontato con il rapporto del Cnes (Commissione Nazionale per l'Energia Solare), che prevede una realistica proiezione di 16.3 GW di potenza generata entro il 2020, si traduce nell'espansione dei sistemi fotovoltaici su grandi impianti e in ambito non domestico.

L'enorme potenziale di cui le imprese manifatturiere italiane dispongono per lo sviluppo di sistemi per la produzione di energia rinnovabile emerge anche da un dato dell'indagine condotta dal Centro Marketing di Milano, per conto di Senaf, su un campione di 239 aziende del comparto della meccanica italiana. Dall'analisi si evidenzia infatti che solo il 5% delle aziende ha installato pannelli fotovoltaici sul proprio capannone e che il 50% delle imprese dispone di una copertura del capannone superiore ai 1000 mq e il 37% tra i 200 mq e i 1000 mq.

Sempre nell'ambito di Impianti Solari Expo, per tutti i visitatori sarà possibile usufruire delle numerose iniziative a carattere formativo, studiate per consentire ai professionisti di aggiornarsi sulle principali tematiche che riguardano le normative recentemente introdotte dal Legislatore, ed in particolare quelle relative al Conto Energia per il fotovoltaico.

“La nascita di Impianti Solari Expo è la risposta alle attuali esigenze delle aziende produttrici di sistemi e impianti fotovoltaici - commenta Emilio Bianchi - che per la sostenibilità economica dei loro prodotti cercano sempre più clienti nell'industria, che notoriamente è proprietaria di ampi spazi su cui installare i pannelli. L'idea vincente di Impianti Solari Expo è quella di sfruttare la sinergia relazionale data dalla presenza in fiera di imprenditori provenienti, appunto, dall'industria manifatturiera informandoli sul vantaggio competitivo rappresentato dall'installazione di impianti fotovoltaici adatti alle loro esigenze. Abbiamo calcolato - sottostimandola - che grazie alla presenza certa di 25.000 visitatori la fiera esprima una potenzialità di oltre 25 milioni di mq di superficie occupabile”.

MY PR

Via Ripamonti, 137 - 20141 Milano
Tel. 02 54123452 - Fax 02 54090230
e-mail: luca.pangrazzi@mypr.it
www.mypr.it

Motorsport ExpoTech 2009: il mondo del motorismo sportivo si dà appuntamento a Modena



Dopo il successo della prima edizione, il 14 e 15 Ottobre torna a ModenaFiere la mostra convegno internazionale dedicata ai materiali, alle tecnologie e ai prodotti e servizi legati al motorismo da competizione. I leader della committenza avranno l'opportunità di confrontarsi con gli esperti della tecnologia e il meglio della subfornitura: numerosi anche i convegni specializzati, organizzati grazie al promotore e coordinatore scientifico Assomotoracing.

Nonostante il difficile momento economico, si confermano la qualità e i numeri della prima edizione di Motorsport ExpoTech: hanno già aderito al salone, con largo anticipo, alcune tra le principali aziende e marchi del settore presenti nel 2008, tra cui Bimota, Pagani, Dallara e Lotus. Grazie all'ormai consolidata partnership con The MIA - Motorsport Industry Association - all'interno dell'International Business Lounge, nuova area dedicata interamente agli incontri b2b e riservata ai soli espositori e a buyer accreditati, saranno presenti più di 50 aziende del motorsport britannico; previste inoltre delegazioni provenienti da diversi paesi: Stati Uniti, Francia, Svezia, Spagna, Giappone e Corea, Russia, Germania e Austria, mentre nuovo partner dell'edizione 2009 è la Swedish Motorsport Industry.

ModenaFiere ha infatti promosso attivamente nei mesi scorsi la mostra convegno dedicata al motorismo sportivo e alla sua filiera, partecipando alle principali manifestazioni di settore a livello mondiale: dal Professional MotorSport World Expo di Colonia al Performance Racing Industry Trade Show di Orlando (USA), fino al salone Autosport Engineering International di Birmingham e alla recente presenza alle 24 Heures du Mans.

Per la due giorni in programma il 14 e 15 Ottobre ModenaFiere, con la supervisione del coordinatore scientifico Assomotoracing, ha attivato una importante

collaborazione con la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Modena e Reggio Emilia, la principale nel comparto motoristico, e DemoCenter-Sipe, Centro di Innovazione e Trasferimento Tecnologico. In programma una serie di convegni altamente specializzati dedicati all'elettronica, ai materiali (come il magnesio) e ai processi metallurgici.

In particolare, per Mercoledì 14 è in programma un convegno dedicato alla progettazione di veicoli e motori ad alte prestazioni e alla riduzione dei pesi dei telai, il tutto avvalendosi di esperienze portate direttamente da tecnici delle più qualificate aziende del settore, tra le quali Ferrari, Ducati, Lamborghini, Magneti Marelli, Fiat Powertrain Technologies.

Con il Dipartimento di Ingegneria dei Materiali e dell'Ambiente, grazie al sostegno di A.I.M. e A.I.F.M., Giovedì 15 Ottobre si parlerà invece di trattamenti superficiali, rivestimenti nell'ambito del settore dell'automotive e dei veicoli ad alte prestazioni, con relazioni di Bodycote, CRP Technology, Lafer Rivestimenti, Peen Service, A.I.M., A.I.F.M., Politecnico di Milano e Università di Stoccarda. Trattamenti superficiali esaminati dal punto di vista di chi effettua questi processi di lavorazione, di chi li utilizza nel veicolo finito e dal punto di vista dei materiali tra cui leghe di alluminio, acciaio e titanio.

Si parlerà anche di materiali innovativi e compositi: il loro ruolo nell'industria, l'aspetto ecologico, l'impiego nell'intera filiera delle automotive e del racing, dalle auto alle moto, dal kart all'aviazione, dalla nautica ai mezzi speciali da competizione. Questo e tanto altro nella seconda edizione di Compositi Expo-Congress, la mostra convegno realizzata all'interno di Motorsport ExpoTech in collaborazione con l'Associazione Octima.

Confermate anche per il 2009 le media partnership con l'editore internazionale Racecar Graphics (Bernoulli, RaceTech, MotoTech), con Nuvolari TV, la più importante emittente televisiva di settore e con Conti editore (Autosprint, Motorsprint, Rallysprint, ecc.) insieme al quale verranno proposti per il secondo anno i Premi “Casco per l'Innovazione e la Tecnologia” e “Casco per la Tradizione e la Tecnologia”, rivolti alle aziende più innovative del settore di oggi e di ieri. Media partner anche il portale

Meccanica online, la nuova testata R&D - Racing and Development creata dal promotore Assomotoracing e Motorsport Magazine.

Motorsport ExpoTech anche quest'anno avrà il sostegno della Camera di Commercio, il patrocinio delle principali associazioni di settore: Confindustria, CNA, Lapam Federimpresa e Apmi, oltre ai patrocini delle più importanti Associazioni Tecniche, quello del Ministero dello Sviluppo Economico e della Federazione Motociclistica Italiana. Per maggiori informazioni consultare il sito www.motorsportexpotech.it.

MODENA FIERE Srl

Viale Virgilio, 58/B - 41100 Modena
Tel. 059 848380 - Fax 059 848790
e-mail: segreteria@motorsportexpotech.it
www.modenafierte.it

Da Novacel una pellicola di protezione che facilita il taglio Laser



NOVACEL, leader mondiale della protezione temporanea delle superfici industriali e in particolare dei metalli, ha messo a punto un nuovo prodotto specialmente destinato al taglio Laser.

Come indicato nella stampa sulla pellicola, il nuovo prodotto Novacel 4226REN, di colore bianco, riduce il tempo di taglio Laser e preserva l'integrità delle superfici dei pezzi tagliati durante il ciclo di trasformazione meccanica (piegatura, imbutitura, profilatura...).

Vengono ad esempio indicate la possibilità di effettuare il taglio in un unico passaggio delle lamiere protette e il senso della laminazione e di spazzolatura della lamiera.

La pellicola evita che il taglio Laser lasci dei residui neri sull'inossidabile, così come la specifica adesività della pellicola consente la manipolazione automatica delle lamiere protette, anche due lamiere allo stesso tempo, senza il rischio che si

produca un indesiderato effetto ventosa. La pellicola 4226REN non contiene sostanze che possano generare fumi pericolosi per gli operatori o per le apparecchiature durante le operazioni di taglio Laser. Come tutta la gamma NOVACEL, anche la pellicola 4226REN può essere riciclata.

Principali caratteristiche di Novacel 4226REN:

- Colore: bianco / bianco
- Tipo di pellicola: LDPE trattato anti-UV
- Resistenza all'esterno: 6 mesi
- Spessore: 100 µm
- Massa adesiva: caucciù naturale
- Adesività (A.F.E.R.A. 4001): 140 cN/cm
- Lunghezze: 1000 m e 500 m
- Stampa specifica

Vantaggi tecnici:

- Nessun rischio di scollaggio o di bolle d'aria durante le operazioni di taglio Laser
- Nessun residuo nero sull'inossidabile dopo il taglio Laser
- Resistenza outdoor di almeno 6 mesi
- La pellicola si toglie facilmente in un unico pezzo, senza bloccaggi né strappi
- Una stampa specifica indica allo stesso tempo la possibilità di taglio laser delle lamiere protette in unico passaggio e il senso della laminazione e di spazzolatura della lamiera.

Campione disponibile su richiesta.

www.novacel.fr

AGENZIA STAMPA CITEF - UBIFRANCE

Via Morozzo della Rocca, 9 - 20123 Milano
Tel. 02 43980832 - Fax 02 58430363
e-mail: agenziastampacitef@citef.it
www.citef.it



Un nuovo logo per ESI Group che riflette il dinamismo della società



ESI Group (ESINFR0004110310), uno dei pionieri e principali operatori mondiali nel campo dei software di simulazione numerica, ha annunciato il lancio del suo nuovo marchio e della tag line: «get it right™», un efficace slogan che invita a fare la scelta giusta.

ESI, fornitore storico di soluzioni per la simulazione, vanta una lunga tradizione iniziata nel 1973 - data della creazione della società in Francia - e proseguita con il lancio del suo prodotto di punta PAM-CRASH nel 1985, fino alla quotazione nel 2000 sul listino del Nuovo Mercato della Borsa di Parigi, che ha consentito al gruppo di realizzare diverse acquisizioni. Nel corso degli anni, ESI ha reclutato i migliori esperti internazionali nel campo della simulazione e attualmente può contare su una rete mondiale di oltre 750 specialisti di altissimo livello. La filiale italiana è stata costituita a Bologna nell'Ottobre 2008 ed è diretta dal Dott. Denis Luci.

Era quindi arrivato il momento per ESI di rinnovare la sua immagine, affinché corrispondesse maggiormente ai valori che il gruppo esprime oggi.

Insieme al nuovo logo, ESI Group lancia anche lo slogan «get it right™» («fai la scelta giusta!»), una tag line in linea con la logica della strategia aziendale orientata a promuovere la completa prototipazione virtuale per consentire ai clienti di ridurre tempi e costi del processo di produzione attraverso un ricorso più limitato ai prototipi fisici.

Con le soluzioni ESI, i progettisti e gli ingegneri di prodotto possono testare la fattibilità e tutte le performance del prodotto stesso direttamente sul prototipo virtuale. In questo modo si consente ai nostri clienti di realizzare quello che da sempre rappresenta l'obiettivo principale di ogni azienda: ottenere il prodotto perfetto sin dal primo prototipo.

«Sono onorato di annunciare questa ulteriore tappa della storia di ESI», dichiara Alain de Rouvray, Presidente e CEO di ESI Group.

«La nuova immagine del nostro brand ci offre l'occasione per trasmettere un messaggio forte e positivo a tutto il mercato: ESI si conferma una società all'avanguardia e fornitore delle soluzioni più innovative. La nostra missione è aiutare i nostri clienti ad ottenere il miglior prodotto possibile nel più breve tempo possibile al minor costo. La simulazione può adesso iniziare fin dalle prime fasi del processo di progettazione per validare, passo dopo passo, tutte le performance del modello virtuale completo molto prima della realizzazione del primo prototipo fisico, per consentire ai decisori e ai responsabili del progetto di prendere le decisioni vincenti sin dalle primissime fasi del processo di sviluppo del prodotto». Alain de Rouvray ha così concluso: «Questa modalità di lavoro offre vantaggi importanti in termini di affidabilità, di produttività e di innovazione, poiché consente di realizzare un prototipo reale corretto al primo colpo. In questo modo, ESI porta ai propri clienti un fondamentale vantaggio competitivo rispetto ai concorrenti».

Con questo nuovo logo, ESI adotta un look semplice e moderno, che incarna perfettamente il dinamismo dell'azienda. Il colore arancione vuole rappresentare l'entusiasmo, la creatività e la determinazione che riflettono perfettamente lo spirito innovativo di ESI, le scelte di qualità e l'impegno nei confronti della clientela e delle proprie persone che da sempre caratterizzano le decisioni ESI.

Il nuovo logo di ESI è simbolo di una visione, di una strategia e di un'identità che sono davvero uniche sul mercato. «get it right™» con ESI!

Per scoprire il nuovo look dell'azienda, consultare il sito web:
www.esi-group.com.

ESI ITALIA

Via S. Donato, 191 - 40127 Bologna
Tel. 051 6335577/8 - Fax 051 6335601
e-mail: denis.luci@esi-group.com
www.esi-group.com

La torcia per taglio al plasma 1Torch® è adesso disponibile anche con impugnatura con configurazione a 90°

La 1Torch® RPT® è una torcia per taglio al plasma che può essere installata come "retrofit" sulla gran parte dei generatori taglio al plasma presenti sul mercato. Questa torcia fornisce ottime prestazioni praticamente su qualsiasi tipo di generatore, sia con innesco ad Alta Frequenza, sia a scarica capacitiva a contatto o con parti mobili ed è la medesima proposta da Thermadyne sui nuovi generatori Thermal Dynamics CutMaster serie True.

Tra le caratteristiche più importanti ricordiamo:

- Notevole riduzione del magazzino consumabili - 575 consumabili usati su una larga gamma di torce possono essere sostituiti dai 32 consumabili utilizzati con la 1Torch.
- Nuovo corpo torcia con configurazione a 90°.
- Nuova torcia utilizzabile fino a 120 Ampere.

- Installabile sulla gran parte dei generatori presenti nel mercato grazie ad una vasta serie di adattatori.
- Impugnatura ergonomica con aderenza ottimizzata.
- Consumabili protetti dai distanziali in rame dedicati per i vari amperaggi.
- Cavo torcia flessibile, leggero e duraturo.
- Disponibile nella versione a 180° con cremagliera per montaggio su sistemi di taglio semiautomatici.
- Disponibile con connettore ad innesto rapido (ATC®).

Sono inoltre disponibili diverse opzioni quali adattatori ATC, controlli a distanza, guide per il taglio e kit consumabili per consentire a vecchi generatori di usufruire dei vantaggi offerti dalla avanzata tecnologia della torcia Thermal Dynamics.

THERMADYNE ITALIA S.r.l.

Via Bolsena, 7
20098 San Giuliano Milanese (MI)
Tel. 02 36546801 - Fax 02 36546840
e-mail: eumarketing@thermadyne.com
www.thermadyne.com





ESTRUSIONE - PRESSOCOLATA - FONDERIA - LAMINAZIONE - FINITURE - LAVORAZIONI MECCANICHE - SALDATURA - RICICLO

metef-foundeq 14-17 Aprile 2010

Centro Fiera del Garda Montichiari Brescia Italy
l'expo nr 1 nel mondo dei metalli

adnord.it



INTERNATIONAL
ALUMINIUM EXHIBITION
8th EDITION



INTERNATIONAL
FOUNDRY EQUIPMENT EXHIBITION
5th EDITION



**Due eventi un grande
appuntamento internazionale
in costante sviluppo:
una occasione unica
per incontrarsi e fare business.**

Segreteria Organizzativa: EDIMET SPA,
via Brescia 117 25018 Montichiari (BS) Italy
Ph. +39 030 9981045 Fax +39 030 9981055
info@metef.com

Patrocinatori:
AIB - AIFM - AIM - AITAL - AMAFOND - ASSOFOND
ASSOMET - CCIAA BS - CEMAFON - CIAL - EAA - ESTAL
FACE - FEDERFINITURA - IIS - OEA - QUALITAL - UNCSAAL

UBI  Banco di Brescia

www.metef.com

ESCI DALLA SOLITA ROUTINE



Alla NDT Italiana c'è una nuova tecnologia che fa risparmiare e non inquina: l'acqua

- Nuovi Liquidi Penetranti bio-water base
- Nuove Polveri Magnetiche bio-water base
- Nuovi Accoppianti per Ultrasuoni bio-water base

Chiedeteci subito informazioni
sito: www.ndt.it e-mail: info@ndt.it
Tel 039.647590 Fax 039.647799

Novità anche su: Impianti manuali, automatici, cabine per applicazione liquidi penetranti, strumenti test liquidi penetranti, giochi magnetici e accessori magnetoscopici, endoscopi, prova a bolle, identificazione leghe, ultrasuoni ricerca difetti e misura spessori, misura vernici e riporti, raggi X, lampade Ultraviolette.

NDT

ESTABLISHED 1952



MEDIAPOINT & COMMUNICATIONS

rappresenta all'estero la
RIVISTA ITALIANA della SALDATURA



If you are interested in advertising
on RIVISTA ITALIANA della SALDATURA
please get in touch with
MEDIAPOINT & COMMUNICATIONS



MEDIAPOINT&COMMUNICATIONS SRL

Corso Buenos Aires 8 - Corte Lambruschini, 5° piano, interno 7 - 16129 Genova
Tel. 010.5704948 (3 linee r.a.) Fax 010.5530088 - info@mediapointsrl.it

www.mediapointsrl.it

Notiziario

Letteratura Tecnica

Nondestructive Testing Handbook - Volume 7: Ultrasonic Testing - Third Edition 2008

Workman G.L., Kishoni D. e Moore P.O., Columbus (OH-USA) 2008, 222 x 280 mm, 600 pagine, ISBN 978-1-57117-105-4, \$ 181.25



Questa nuova terza edizione del "Nondestructive Testing Handbook Volume 7: Ultrasonic Testing", pubblicato dall'ASNT "American Society for Nondestructive Testing",

comprende un vasto ed approfondito aggiornamento sui principi fondamentali e sulle applicazioni di questa particolare metodologia, in costante e rapida evoluzione, utilizzata comunemente per la rivelazione dei difetti, per la valutazione delle proprietà dei materiali e per la verifica di alcune caratteristiche fisiche, quali ad esempio la determinazione dello spessore.

Tra le numerose avanzate tecniche, sviluppate recentemente, questo manuale dedica ampio spazio alla descrizione ed all'applicazione delle "phased arrays", delle "guided waves" e del "laser ultrasonic"; illustra dettagliatamente i progressi ottenuti nel campo informatico nella progettazione e nella realizzazione

di innovativi sistemi per l'interpretazione, la registrazione e l'analisi dei dati sia in laboratorio che in campo.

Il manuale, risultato di un lavoro congiunto tra specialisti nel settore, presenta lo stato dell'arte sul controllo ultrasonoro e nei 16 capitoli, che compongono l'opera, dopo un'introduzione generale sul metodo descrive: la propagazione delle onde, la generazione e la rivelazione degli ultrasuoni, il trattamento del segnale, le apparecchiature, la tecnica ad emissione di impulsi a contatto, la scansione ultrasonora, la caratterizzazione delle proprietà dei materiali, il controllo di materiali avanzati e dei materiali metallici, l'applicazione del controllo ultrasonoro nell'industria chimica e petrolchimica, nelle centrali termoelettriche e nucleari, nell'industria delle costruzioni civili, nell'industria aerospaziale ed infine un intero capitolo è dedicato alle applicazioni speciali.

Numerose illustrazioni e tabelle corredano il volume contribuendo ad una maggiore assimilazione dei concetti compresi nel testo. Per facilitare l'individuazione degli argomenti specifici desiderati, completa infine la trattazione un utile ed interessante indice analitico.

American Society for Nondestructive Testing, PO Box 28518, 1711 Arlingate Lane, Columbus, OH 43228-0518 (USA). Fax: +1 (614) 274-6899 <http://www.asnt.org>

Nondestructive Testing Handbook - Volume 8: Magnetic Testing - Third Edition 2008

Moore D.G. e Moore P., Columbus (OH-USA) 2008, 222 x 280 mm, 409 pagine, ISBN 0-931403-03-0, \$ 181.25



Specialisti ed esperti nel campo del controllo magnetico hanno riunito in questa nuova terza edizione del "Nondestructive Testing Handbook Volume 8:

Magnetic Testing", pubblicato dall'ASNT "American Society for Nondestructive Testing", completamente aggiornato e notevolmente ampliato, le loro conoscenze e le loro specifiche esperienze, fornendo una trattazione completa ed esauriente sugli aspetti teorici e pratici di questo metodo. Nel testo sono fornite dettagliatamente tutte le conoscenze di base necessarie per la comprensione della tecnologia, compresi i principi fondamentali e le modalità di applicazione in diversi specifici settori industriali.

Dopo un'approfondita trattazione introduttiva sul controllo magnetico, sui principi fisici del magnetismo, sulla magnetizzazione e sulla misurazione del flusso magnetico disperso, il manuale descrive: le apparecchiature per il controllo con particelle magnetiche, le particelle magnetiche, l'interpretazione e la regi-

strazione delle indicazioni risultanti e la smagnetizzazione. Con un particolare riferimento alle costruzioni saldate, successivamente è illustrata l'applicazione del controllo magnetoscopico nell'industria chimica e petrolchimica, nelle centrali termoelettriche e nucleari e nell'ingegneria civile ed aerospaziale. Tutti i riferimenti normativi, le specifiche, le raccomandazioni e le procedure, citati nel manuale, sono trattati essenzialmente a scopo didattico e quindi ad un livello generale e pertanto incompleto, con il solo obiettivo di aggiornare i lettori sulla pubblicazione dei più recenti standard internazionali. Il volume è particolarmente curato da un punto di vista redazionale, le numerose illustrazioni, i riferimenti bibliografici specifici ed il dettagliato indice analitico contribuiscono a fare di questo manuale un'opera aggiornata di consultazione e di studio della massima importanza nel campo dei controlli non distruttivi, anche se l'ipotetico lettore dovrebbe avere una conoscenza di base della fisica e della meccanica.

*American Society for Nondestructive Testing, PO Box 28518, 1711 Arlingate Lane, Columbus, OH 43228-0518 (USA). Fax: + 1 (614) 274-6899
<http://www.asnt.org>*

Codici e Norme

Norme nazionali

Italia

UNI EN 573-3 - Alluminio e leghe di alluminio - Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati - Parte 3: Composizione chimica e forma dei prodotti (2009).

UNI EN 969 - Tubi, raccordi e accessori di ghisa sferoidale e loro assemblaggi per condotte di gas - Prescrizioni e metodi di prova (2009).

UNI EN 1119 - Sistemi di tubazioni di materia plastica - Giunti per tubi e raccordi di materia plastica termoindurente rinforzata con fibre di vetro (PRFV) - Metodi di prova per la tenuta e la resistenza al danneggiamento dei giunti flessibili non resistenti alla spinta con guarnizioni di tenuta in elastomero (2009).

UNI EN 1447 - Sistemi di tubazioni di materia plastica - Tubi di materia plastica termoindurente rinforzata con fibre di vetro (PRFV) - Determinazione della resistenza a lungo termine alla pressione interna (2009).

UNI EN 1563 - Fonderia - Getti di ghisa a grafite sferoidale (2009).

UNI EN 1591-1 - Flange e loro giunzioni - Regole di progettazione delle giunzioni con flange circolari con guarnizioni - Parte 1: Metodo di calcolo (2009).

UNI EN 1594 - Trasporto e distribuzione di gas - Condotte per pressione massima di esercizio maggiore di 16 bar - Requisiti funzionali (2009).

UNI EN 1852-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione - Polipropilene (PP) - Parte 1: Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema (2009).

UNI EN 10088-4 - Acciai inossidabili - Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura dei fogli, delle lamiere e dei nastri di acciaio resistente alla corrosione per impieghi nelle costruzioni (2009).

UNI EN 10088-5 - Acciai inossidabili - Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura delle barre, vergelle, filo, profilati e prodotti trasformati a freddo di acciaio resistente alla corrosione per impieghi nelle costruzioni (2009).

UNI EN 10152 - Prodotti piani di acciaio laminati a freddo, zincati per via elettrolitica, per formatura a freddo - Condizioni tecniche di fornitura (2009).

UNI EN 10208-1 - Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili - Condizioni tecniche di fornitura - Parte 1: Tubi della classe di prescrizione A (2009).

UNI EN 10208-2 - Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili - Condizioni tecniche di fornitura - Parte 2: Tubi della classe di prescrizione B (2009).

UNI EN 10343 - Acciai da bonifica da utilizzare nelle costruzioni - Condizioni tecniche di fornitura (2009).

UNI EN 10346 - Prodotti piani di acciaio rivestiti per immersione a caldo in continuo - Condizioni tecniche di fornitura (2009).

UNI 10520 - Saldatura di materie plastiche - Saldatura ad elementi termici per contatto - Saldatura di giunti testa a testa di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione (2009).

UNI 11316 - Saldatura delle materie plastiche - Saldatrici per polifusione impiegate per l'esecuzione di giunzioni a bicchiere (a tasca) di tubi e raccordi in poliolefine per il trasporto di fluidi in pressione (2009).

UNI 11318 - Saldatura delle materie plastiche - Saldatura di componenti in polipropilene per il trasporto di fluidi in pressione - Saldatura a bicchiere (2009).

UNI EN 12818 - Attrezzature e accessori per GPL - Ispezione e riqualifica dei serbatoi interrati per gas di petrolio liquefatti (GPL) di capacità geometrica minore o uguale a 13 m³ (2009).

UNI EN 13942 - Industrie del petrolio e del gas naturale - Sistemi di tubazione per il trasporto - Valvole per tubazioni (2009).

UNI EN 15698-1 - Tubazioni per teleriscaldamento - Sistemi bloccati a doppio tubo preisolati per reti di acqua calda interrate direttamente - Parte 1: Assemblaggio di tubi doppi per mezzo di tubi di servizio di acciaio, isolamento termico in poliuretano e tubi di protezione esterna di polietilene (2009).

UNI EN ISO 15877-1 - Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda - Policloruro di vinile clorurato (PVC-C) - Parte 1: Generalità (2009).

UNI EN ISO 15877-2 - Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda - Policloruro di vinile clorurato (PVC-C) - Parte 2: Tubi (2009).

UNI EN ISO 15877-3 - Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda - Policloruro di vinile clorurato (PVC-C) - Parte 3: Raccordi (2009).

UNI EN ISO 15877-5 - Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda - Policloruro di vinile clorurato (PVC-C) - Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema (2009).

USA

ASME B16.5 - Pipe flanges and flanged fittings NPS ½ through NPS 24 metric/inch standard (2009).

ASTM A 336/A336M - Standard specification for alloy steel forgings for pressure and high-temperature parts (2009).

ASTM A 1058 - Standard test methods for mechanical testing of steel products - Metric (2009).

ASTM E 2248 - Detail Charpy Impact Tests (2009).

AWS B2.1/B2.1M - Specification for welding procedure and performance qualification (2009).

AWS D10.10/D10.10M - Recommended practices for local heating of welds in piping and tubing (2009).

AWS D14.5/D14.5M - Specification for welding of presses and press components (2009).

Norme europee

EN

EN ISO 204 - Metallic materials - Uniaxial creep testing in tension - Method of test (2009).

EN 10028-2 - Flat products made of steels for pressure purposes - Part 2: Non-alloy and alloy steels with specified elevated temperature properties (2009).

EN 10028-3 - Flat products made of steels for pressure purposes - Part 3: Weldable fine grain steels, normalized (2009).

EN 10028-4 - Flat products made of steels for pressure purposes - Part 4: Nickel alloy steels with specified low temperature properties (2009).

EN 10028-5 - Flat products made of steels for pressure purposes - Part 5: Weldable fine grain steels, thermomechanically rolled (2009).

EN 10028-6 - Flat products made of steels for pressure purposes - Part 6: Weldable fine grain steels, quenched and tempered (2009).

EN 12807 - LPG equipment and accessories - Transportable refillable brazed steel cylinders for liquefied petroleum gas (LPG) - Design and construction (2009).

EN ISO 17663 - Welding - Quality requirements for heat treatment in connection with welding and allied processes (2009).

CEN ISO/TR 20172 - Welding - Grouping systems for materials - European materials (2009).

Norme internazionali

ISO

ISO 204 - Metallic materials - Uniaxial creep testing in tension - Method of test (2009).

ISO 2503 - Gas welding equipment - Pressure regulators and pressure regulators with flow-metering devices for gas cylinders used in welding, cutting and allied processes up to 300 bar (30 MPa) (2009).

ISO 5173 - Destructive tests on welds in metallic materials - Bend tests (2009).

ISO 17677-1 - Resistance welding - Vocabulary - Part 1: Spot, projection and seam welding (2009).

ISO 22007-1 - Plastics - Determination of thermal conductivity and thermal diffusivity - Part 1: General principles (2009).



Corsi IIS

Luogo	Data	Titolo	Ore	Organizzatore
Mogliano Veneto (TV)	21-24/9/2009	Corso teorico-pratico di saldatura di tubi e/o raccordi di PE per il convogliamento di gas, acqua ed altri fluidi (UNI 9737)	--	Istituto Italiano della Saldatura - Divisione FOR Lungobisagno Iстриa, 15 - 16141 Genova Tel. 010 8341371 - Fax 010 8367780 - for@iis.it
Legnano (MI)	21-24/9/2009	Corso teorico-pratico di saldatura di tubi e/o raccordi di PE per il convogliamento di gas, acqua ed altri fluidi (UNI 9737)	--	
Genova	21-25/9/2009	Corso di ricertificazione approvato dall'ESA per Istruttore / Esaminatore (CAT 1) in accordo alla Specifica ESA PSS-01-748	32	
Genova	21-25/9/2009	Corso per International Welding Technologist - Parte III - Progettazione e calcolo	--	
Genova	21-25/9/2009 14-15/12/2009	Corso per International Welding Engineer - Parte III - Progettazione e calcolo	--	

Corsi IIS (segue)

Luogo	Data	Titolo	Ore	Organizzatore
Roma	22-25/9/2009	Corso teorico-pratico di saldatura di tubi e/o raccordi di PE per il convogliamento di gas, acqua ed altri fluidi (UNI 9737)	--	
Legnano (MI)	28/9-2/10/2009	Corso celere in saldatura	32	
Mogliano Veneto (TV)	28/9-2/10/2009	Corso per International Welding Technologist - Parte III - Tecnologia della saldatura	--	
Mogliano Veneto (TV)	28/9-2/10 e 5-7/10/2009	Corso per International Welding Engineer - Parte III - Tecnologia della saldatura	--	
Genova	7-9/10/2009 4-6/11/2009	Corso di qualificazione sui trattamenti termici dei giunti saldati - Livello Basic	45	
Mogliano Veneto (TV)	13-15/10/2009	Progettazione, fabbricazione e collaudo di apparecchi e sistemi di tubazione di PRFV	24	
Genova	19-22/10/2009	Corso teorico-pratico di saldatura di tubi e/o raccordi di PE per il convogliamento di gas, acqua ed altri fluidi (UNI 9737)	--	
Genova	19-23/10/2009	Corso sulla saldatura in elettronica in accordo agli standard IPC - Certified IPC Trainer (CIT) IPC-A-610	36	
Genova	19-23/10/2009 16-20/11/2009	Corso per International Welding Technologist - Parte III - Fabbricazione	--	
Genova	19-23/10/2009 16-20/11/2009 15-18/12/2009	Corso per International Welding Engineer - Parte III - Fabbricazione	--	
Genova	26-30/10/2009	Corso per International Welding Specialist - Parte II	--	
Genova	26-30/10/2009	Corso per International Welding Practitioner - Parte II	--	
Genova	26-30/10/2009	Corso sulla saldatura in elettronica in accordo agli standard IPC - Certified IPC Trainer (CIT) IPC-7711 / 7721	36	
Genova	2-4/11/2009	Corso sull'applicazione dei sistemi di gestione per la qualità in saldatura ISO 9001	24	
Roma	3-6/11/2009	Corso teorico-pratico di saldatura di tubi e/o raccordi di PE per il convogliamento di gas, acqua ed altri fluidi (UNI 9737)	--	
Genova	5-6/11/2009	Corso sull'applicazione dei sistemi di gestione del processo speciale saldatura EN ISO 3834	16	
Genova	9-10/11/2009	Corso per International Welding Practitioner - Parte III - Tecnologia della saldatura	--	
Genova	9-11/11/2009	Corso di qualificazione e certificazione nella saldatura in elettronica approvato dall'ESA per Ispettore (CAT. 2) per tecnologia a "foro passante" in accordo alla Specifica ECSS-Q-70-08	24	
Mogliano Veneto (TV)	9-12/11/2009	Corso teorico-pratico di saldatura di tubi e/o raccordi di PE per il convogliamento di gas, acqua ed altri fluidi (UNI 9737)	--	
Legnano (MI)	9-12/11/2009	Corso teorico-pratico di saldatura di tubi e/o raccordi di PE per il convogliamento di gas, acqua ed altri fluidi (UNI 9737)	--	
Genova	9-13/11/2009	Corso di qualificazione e certificazione nella saldatura in elettronica approvato dall'ESA per Operatore (CAT. 3) per tecnologia a "foro passante" in accordo alla Specifica ECSS-Q-70-08	40	
Genova	10-11/11/2009	Corso per International Welding Practitioner - Parte III - Metallurgia e saldabilità	--	
Genova	10-11/11/2009	Corso di ricertificazione approvato dall'ESA per Operatore/Ispettore per tecnologia a "foro passante" in accordo alla Specifica ECSS-Q-70-08	16	

Corsi IIS (segue)

Luogo	Data	Titolo	Ore	Organizzatore
Genova	12-13/11/2009	Corso per International Welding Practitioner - Parte III - Progettazione e calcolo	--	
Genova	12-13/11/2009	Corso sull'applicazione dei sistemi di gestione ambientale ISO 14001	16	
Genova	16-19/11/2009	Corso teorico-pratico di saldatura di tubi e/o raccordi di PE per il convogliamento di gas, acqua ed altri fluidi (UNI 9737)	--	
Genova	16-20/11/2009	Corso di qualificazione e certificazione nella saldatura in elettronica approvato dall'ESA per Operatore (CAT. 3) per tecnologia SMT in accordo alla Specifica ECSS-Q-70-38	36 (*)	
Genova	16-20/11/2009	Corso di qualificazione e certificazione nella saldatura in elettronica approvato dall'ESA per Ispettore (CAT. 2) per tecnologia SMT in accordo alla Specifica ECSS-Q-70-38	36 (*)	
Genova	17-18/11/2009	Corso di ricertificazione approvato dall'ESA per Operatore/Ispettore per tecnologia SMT in accordo alla Specifica ECSS-Q-70-38	16	
Messina	23-26/11/2009	Corso teorico-pratico di saldatura di tubi e/o raccordi di PE per il convogliamento di gas, acqua ed altri fluidi (UNI 9737)	--	
Genova	23-27/11/2009	Corso per International Welding Specialist - Parte III - Tecnologia della saldatura	--	
Genova	23-27/11/2009	Corso celere in saldatura	32	
Mogliano Veneto (TV)	24-25/11/2009	Sicurezza e prevenzione degli infortuni in saldatura - Corso avanzato per responsabili della sicurezza	16	
Legnano (MI)	30/11-4/12/2009	Corso per International Welding Technologist - Parte III - Metallurgia e saldabilità	--	
Legnano (MI)	30/11-4/12 e 9-11/12/2009	Corso per International Welding Engineer - Parte III - Metallurgia e saldabilità	--	

(*) Si tratta del totale delle ore per coloro che non abbiano già frequentato il corso da Operatore e/o Ispettore per tecnologia a foro passante. Per coloro in possesso di tale certificato il corso può essere ridotto fino alla durata di 24 ore.

Corsi di qualificazione per personale addetto alle PND di livello 1, 2 e 3

		Esame visivo (VT)		
Legnano (MI)	15-16/9/2009	Modulo Specifico Saldatura per livello 2 UNI EN 473/ISO 9712	12	
Mogliano Veneto (TV)	6-7/10/2009	Modulo di Base livello 2 UNI EN 473/ISO 9712	16	
Mogliano Veneto (TV)	8/10/2009	Modulo di Metodo per livello 2 UNI EN 473/ISO 9712	8	
Genova	12-13/10/2009	Modulo Specifico Saldatura per livello 2 UNI EN 473/ISO 9712	12	
Mogliano Veneto (TV)	20-21/10/2009	Modulo Specifico Saldatura per livello 2 UNI EN 473/ISO 9712	12	
Genova	17-18/11/2009	Modulo di Base livello 2 UNI EN 473/ISO 9712	16	

Corsi di qualificazione, ecc. (segue)

Esame radiografico (RT)			
Genova	22-25/9/2009	Modulo Specifico Operatore Tecniche Speciali per livello 2 UNI EN 473/ISO 9712	32
Mogliano Veneto (TV)	6-7/10/2009	Modulo di Base livello 2 UNI EN 473/ISO 9712	16
Genova	6-8/10/2009	Modulo di Metodo per livello 2 UNI EN 473/ISO 9712	24
Mogliano Veneto (TV)	3-5/11/2009	Modulo di Metodo per livello 2 UNI EN 473/ISO 9712	24
Genova	17-18/11/2009	Modulo di Base livello 2 UNI EN 473/ISO 9712	16
Genova	24-27/11/2009	Modulo Specifico Operatore Tecniche Convenzionali per livello 2 UNI EN 473/ISO 9712	32
Esame ultrasonoro (UT)			
Legnano (MI)	15-17/9/2009	Modulo di Metodo per livello 2 UNI EN 473/ISO 9712	24
Mogliano Veneto (TV)	22-25/9/2009	Modulo Specifico Operatore Tecniche Convenzionali per livello 2 UNI EN 473/ISO 9712	32
Mogliano Veneto (TV)	6-7/10/2009	Modulo di Base livello 2 UNI EN 473/ISO 9712	16
Legnano (MI)	13-15 e 20-22/10/2009	Modulo Specifico Operatore Tecniche Speciali per livello 2 UNI EN 473/ISO 9712	48
Genova	27-29/10/2009	Modulo di Metodo per livello 2 UNI EN 473/ISO 9712	24
Mogliano Veneto (TV)	10-12/11/2009	Modulo di Metodo per livello 2 UNI EN 473/ISO 9712	24
Genova	17-18/11/2009	Modulo di Base livello 2 UNI EN 473/ISO 9712	16
Esame con particelle magnetiche (MT)			
Priolo (SR)	30/9-1/10/2009	Modulo di Metodo per livello 2 UNI EN 473/ISO 9712	16
Mogliano Veneto (TV)	6-7/10/2009	Modulo di Base livello 2 UNI EN 473/ISO 9712	16
Legnano (MI)	27-28/10/2009	Modulo di Metodo per livello 2 UNI EN 473/ISO 9712	16
Mogliano Veneto (TV)	10-11/11/2009	Modulo di Metodo per livello 2 UNI EN 473/ISO 9712	16
Genova	17-18/11/2009	Modulo di Base livello 2 UNI EN 473/ISO 9712	16
Esame con liquidi penetranti (PT)			
Mogliano Veneto (TV)	6-7/10/2009	Modulo di Base livello 2 UNI EN 473/ISO 9712	16
Legnano (MI)	29-30/10/2009	Modulo di Metodo per livello 2 UNI EN 473/ISO 9712	16
Priolo (SR)	3-4/11/2009	Modulo di Metodo per livello 2 UNI EN 473/ISO 9712	16
Mogliano Veneto (TV)	12-13/11/2009	Modulo di Metodo per livello 2 UNI EN 473/ISO 9712	16
Genova	17-18/11/2009	Modulo di Base livello 2 UNI EN 473/ISO 9712	16
Genova	19-20/11/2009	Modulo di Metodo per livello 2 UNI EN 473/ISO 9712	16

Corsi di altre Società

Luogo	Data	Titolo	Organizzatore
Napoli	16-18/9/2009	Come implementare un Sistema di Gestione Sicurezza conforme all'art. 30 D.Lgs. 81/2008 (D.Lgs. 231/2001), alla norma OHSAS 18001: 2007 e alla Linea Guida UNI-INAIL	AICQ-M (Napoli) Tel. 081 2396503; fax 081 6174615 formazione@aicq-meridionale.it
Napoli	17-18/9/2009	La normativa ambientale e gli obblighi per le imprese: tecniche e metodologie per l'audit di conformità legislativa	AICQ-M (Napoli) Tel. 081 2396503; fax 081 6174615 formazione@aicq-meridionale.it
Provaglio d'Iseo (BS)	17-18/9/2009	Integrare il sistema di gestione per la qualità con il modello del D.Lgs. 231/01 sulla responsabilità amministrativa delle persone giuridiche	AQM (Provaglio d'Iseo - BS) Tel. 030 9291781; fax 030 9291782 formazione@aqm.it
Torino	18/9/2009	La Norma per la Gestione dell'Ambiente ISO 14001:2004 e Regolamento EMAS. I sistemi di Gestione Ambientale	AICQ Piemonte (Torino) Tel. 011 5183220; fax 011 537964 info@aicqpiemonte.it
Torino	21-25/9/2009	Auditor Sistemi di Gestione per la Sicurezza - Norma OHSAS 18001 - 2007	AICQ Piemonte (Torino) Tel. 011 5183220; fax 011 537964 info@aicqpiemonte.it
Milano	21/9-2/10/2009	Programma di addestramento raccomandato per l'esame di ultrasuoni di 2° livello secondo EN 473	CND Studio Sas di Gino FABBRI & C. (Milano) Tel. 02 341649; fax 02 341205 info@cndstudio.it
Provaglio d'Iseo (BS)	22, 24 e 29/9 6,8,13/10/2009	Metrologia e taratura degli strumenti di misura	AQM (Provaglio d'Iseo - BS) Tel. 030 9291781; fax 030 9291782 formazione@aqm.it
Milano	24/9/2009 15/10/2009	Applicazione della Direttiva PED 97/23/CE in materia di attrezzature a pressione - Corso base	Centro Formazione UNI (Milano) Tel. 02 70024464; fax 02 70024411 formazione@uni.com
Provaglio d'Iseo (BS)	24/9 e 1, 8, 15, 22/10/2009	Il sistema integrato Qualità, Sicurezza, Ambiente	AQM (Provaglio d'Iseo - BS) Tel. 030 9291781; fax 030 9291782 formazione@aqm.it
Mestre (VE)	28-29/9/2009 19-20/11/2009	Le norme ISO 9000 e il Sistema di Gestione per la Qualità	AICQ-Triveneta (Mestre - VE) Tel. 041 951795; fax 041 940648 formazione@aicqtv.net
Milano	1/10/2009	Nuova Direttiva Macchine - Cosa cambia	Centro Formazione UNI (Milano) Tel. 02 70024464; fax 02 70024411 formazione@uni.com
Milano Roma Milano	1/10/2009 7/10/2009 19/11/2009	Valutazione del rischio vibrazioni negli ambienti di lavoro	Centro Formazione UNI (Milano) Tel. 02 70024464; fax 02 70024411 formazione@uni.com Centro Formazione UNI (Roma) Tel. 06 69923074; fax 06 6991604 formazione3@uni.com
Napoli	1-2/10/2009	La metrologia e la gestione della strumentazione di misura in ambito ISO 9000:2000	AICQ-M (Napoli) Tel. 081 2396503; fax 081 6174615 formazione@aicq-meridionale.it
Mestre (VE)	1-2/10/2009	Le norme ISO 14000 e il Sistema di gestione Ambientale	AICQ-Triveneta (Mestre - VE) Tel. 041 951795; fax 041 940648 formazione@aicqtv.net
Milano Roma Milano	2/10/2009 30/10/2009 27/11/2009	Esposizione al rumore sul lavoro - Le novità della norma UNI 9432:2008	Centro Formazione UNI (Milano) Tel. 02 70024464; fax 02 70024411 formazione@uni.com Centro Formazione UNI (Roma) Tel. 06 69923074; fax 06 6991604 formazione3@uni.com

Corsi di altre Società (segue)

Luogo	Data	Titolo	Organizzatore
Napoli	7-9/10/2009	Corso pratico sull'interpretazione e l'applicazione della norma UNI EN ISO 9001:2008	AICQ-M (Napoli) Tel. 081 2396503; fax 081 6174615 formazione@aicq-meridionale.it
Bologna Torino	8-9/10/2009 11-12/11/2009	Taratura pratica degli strumenti di misura	CERMET - Servizio Formazione (Bologna) Tel. 051 764811; fax 051 764902 formazione.bo@cermet.it CERMET - Servizio Formazione (Torino) Tel. 011 2258681; fax 051 763382 infotorino@cermet.it
Milano	12/10/2009	Qualità nella manutenzione	Centro Formazione UNI (Milano) Tel. 02 70024464; fax 02 70024411 formazione@uni.com
Roma	12-13/10/2009	Sicurezza nella manutenzione	Centro Formazione UNI (Roma) Tel. 06 69923074; fax 06 6991604 formazione3@uni.com
Torino Bologna	15-16/10/2009 27-28/10/2009	Auditor interno del sistema gestione Qualità	CERMET - Servizio Formazione (Torino) Tel. 011 2258681; fax 051 763382 infotorino@cermet.it CERMET - Servizio Formazione (Bologna) Tel. 051 764811; fax 051 764902 formazione.bo@cermet.it
Roma Milano	15-16/10/2009 17-18/11/2009	Sistemi di gestione ambientale e regolamento EMAS	Centro Formazione UNI (Roma) Tel. 06 69923074; fax 06 6991604 formazione3@uni.com Centro Formazione UNI (Milano) Tel. 02 70024464 ; fax 02 70024411 formazione@uni.com
Milano	19-23/10/2009	Programma di addestramento raccomandato per l'esame visivo di 2° livello secondo EN 473	CND Studio Sas di Gino FABBRI & C. (Milano) Tel. 02 341649; fax 02 341205 info@cndstudio.it
Napoli	26/10/2009	Corso per addetti e responsabili della sicurezza	AICQ-M (Napoli) Tel. 081 2396503; fax 081 6174615 formazione@aicq-meridionale.it
Napoli	26-27/10/2009	Corso per datori di lavoro che possono svolgere direttamente i compiti propri del Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione	AICQ-M (Napoli) Tel. 081 2396503; fax 081 6174615 formazione@aicq-meridionale.it
Milano	28/10/2009	Valutazione globale di conformità alla Direttiva PED 97/23/CE - Il punto di vista del fabbricante, dell'ente terzo, dell'utilizzatore	Centro Formazione UNI (Milano) Tel. 02 70024464; fax 02 70024411 formazione@uni.com
Roma Milano	28/10/2009 25/11/2009	Sistemi di gestione per la Qualità per i Laboratori di prova secondo la norma UNI CEI EN ISO / IEC 17025 ed accreditamento SINAL	ANGQ (Roma) Tel. 06 5915028; fax 06 5914834 info@angq.com
Milano	29/10/2009	Applicazione del Decreto Ministeriale 1° Dicembre 2004 n. 329 - Criteri generali per la gestione degli impianti industriali	Centro Formazione UNI (Milano) Tel. 02 70024464; fax 02 70024411 formazione@uni.com
Milano	29-30/10/2009	Nuova Direttiva Macchine - Valutazione del rischio	Centro Formazione UNI (Milano) Tel. 02 70024464; fax 02 70024411 formazione@uni.com
Milano	2-4/11/2009	Le ISO 9000:2000. Principi, contenuti ed esercitazioni	AICQ Centro Nord c/o TQM s.r.l. (Milano) Tel. 02 67382158; fax 02 67382177 segreteria@aicqcn.it
Milano	2-6/11/2009	Programma di addestramento raccomandato per l'esame con particelle magnetiche di 2° livello secondo EN 473	CND Studio Sas di Gino FABBRI & C. (Milano) Tel. 02 341649; fax 02 341205 info@cndstudio.it

Corsi di altre Società (segue)

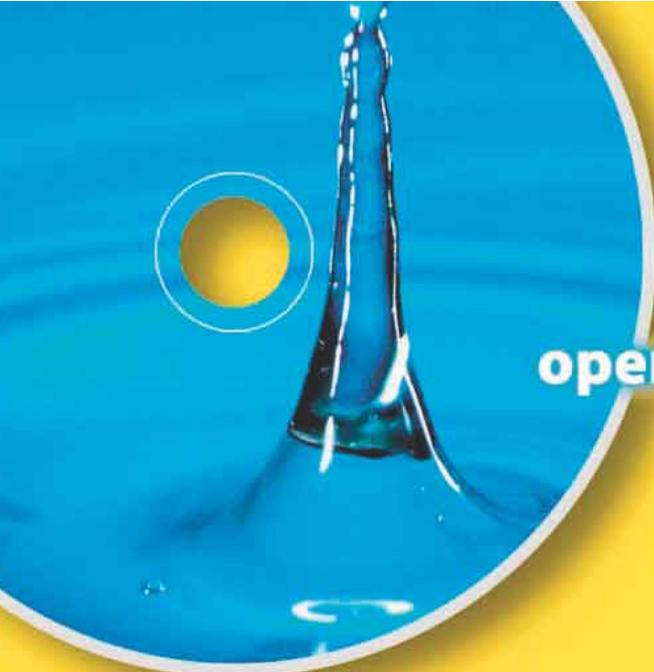
Luogo	Data	Titolo	Organizzatore
Napoli	4-6/11/2009	Corso base per la conduzione delle verifiche ispettive interne per la Qualità secondo le norme ISO 9001:2008 ed ISO 19011:2002	AICQ-M (Napoli) Tel. 081 2396503; fax 081 6174615 formazione@aicq-meridionale.it
Milano	6/11/2009	Requisiti di sicurezza previsti dalla Direttiva Macchine: allegato I	Centro Formazione UNI (Milano) Tel. 02 70024464; fax 02 70024411 formazione@uni.com
Roma	12/11/2009	Validazione dei metodi per le prove chimiche	ANGQ (Roma) Tel. 06 5915028; fax 06 5914834 info@angq.com
Roma	13/11/2009	Calcolo dell'incertezza di misura nelle prove chimiche	ANGQ (Roma) Tel. 06 5915028; fax 06 5914834 info@angq.com
Bologna	16-17/11/2009	La gestione della qualità nei laboratori di prova secondo la norma ISO/IEC 17025:2005	CERMET - Servizio Formazione (Bologna) Tel. 051 764811; fax 051 764902 formazione.bo@cermet.it
Milano	23/11-4/12/2009	Programma di addestramento raccomandato per l'esame di radiografia di 2° livello secondo EN 473	CND Studio Sas di Gino FABBRI & C. (Milano) Tel. 02 341649; fax 02 341205 info@cndstudio.it
Provaglio d'Iseo (BS)	25/11/2009	Le novità in materia di sicurezza delle macchine e degli impianti	AQM (Provaglio d'Iseo - BS) Tel. 030 9291781; fax 030 9291782 formazione@aqm.it
Milano	26/11/2009	Direttiva Macchine: fascicolo tecnico e manuale d'uso e manutenzione	Centro Formazione UNI (Milano) Tel. 02 70024464; fax 02 70024411 formazione@uni.com
Bologna	26-27/11/2009	Le apparecchiature di misura: la gestione e la stima dell'incertezza di misura	CERMET - Servizio Formazione (Bologna) Tel. 051 764811; fax 051 764902 formazione.bo@cermet.it

Mostre e Convegni

Luogo	Data	Titolo	Organizzatore
Genova	Settembre 2009	I trattamenti termici delle strutture saldate	Istituto Italiano della Saldatura (Genova) Tel. 010 8341373; fax 010 8367780 sabrina.storari@iis.it
Blackpool (Inghilterra)	15-17/9/2009	Materials Testing 2009 and NDT 2009 Conference	BINDT (Northampton - UK) Tel. +44 (0) 1604 630124; fax +44 (0) 1604 231489 karen.cambridge@bindt.org
Houston (Texas - USA)	20-24/9/2009	Corrosion Technology Week 2009	NACE International (Houston, Texas - USA) Tel. +1 281 2286223; fax +1 281 2286300 firstservice@nace.org
Padova	28-30/9/2009	XXII Congresso C.T.A. - L'acciaio per un futuro sostenibile	C.T.A. - Collegio dei Tecnici dell'Acciaio (Milano) Tel. 02 784711; fax 02 784711 cta@ctanet.it
Graz - Seggau (Austria)	28-30/9/2009	9th International Seminar "Numerical Analysis of Weldability"	Institute for Materials Science and Welding - TU Graz (Graz - Austria) Tel. +43 316 8737182; fax +43 316 8737187 office@iws.tugraz.at
Kielce (Polonia)	29/9-1/10/2009	8th International Fair of Aluminium & Technology, Materials and Non-Ferrous Metal Products	Kielce Trade Fairs (Kielce - PL) Tel. +48 41 3651220; fax +48 41 3651312 pawelec.p@targielce.pl

Mostre e Convegni (segue)

Luogo	Data	Titolo	Organizzatore
Genova	Ottobre 2009	La saldatura nella fabbricazione navale	Istituto Italiano della Saldatura (Genova) Tel. 010 8341373; fax 010 8367780 sabrina.storari@iis.it
Legnano (MI)	Ottobre 2009	Salute e sicurezza in saldatura	Istituto Italiano della Saldatura (Genova) Tel. 010 8341373; fax 010 8367780 sabrina.storari@iis.it
Rho (MI)	5-10/10/2009	EMO Milano - Il mondo della lavorazione dei metalli	CEU - Centro Esposizioni Ucimu (Cinisello Balsamo - MI) Tel. 02 262551; fax 02 26255214 promotion.adv@emo-milan.com
Praga (Repubblica Ceca)	12-14/10/2009	5th International Workshop NDT in Progress	CNDT (Brno - Czech Rep.) Tel. +420 5 41143229; fax +420 5 41143231 cndt@cndt.cz
Modena	14-15/10/2009	MOTORSPORT EXPOTECH - Mostra convegno internazionale di materiali innovativi, tecnologie, prodotti e servizi per il motorismo da competizione	ModenaFiere (Modena) Tel. 059 848380; fax 059 848790 segreteria@motorsportexpotech.it
Roma	15-17/10/2009	13° Congresso AIPND - Conferenza Nazionale sulle Prove non Distruttive, Monitoraggio, Diagnostica	AIPnD (Brescia) Tel. 030 3739173; fax 030 3739176 roma2009@aipnd.it
Verona	20-22/10/2009	MCM - Mostra Convegno Internazionale della Manutenzione Industriale	EIOM - Ente Italiano Organizzazione Mostre (Milano) Tel. 02 55181842; fax 02 55184161 eiom@eiomfiere.it
Marina di Carrara (MS)	21-23/10/2009	COMPOTEC - 2a Rassegna internazionale della produzione in materiale composito e tecnologie correlate	CarraraFiere (Marina di Carrara - MS) Tel. 0585 787963; fax 0585 787602 info@carrarafiere.com
Genova	Novembre 2009	La saldatura subacquea in ambiente bagnato (wet)	Istituto Italiano della Saldatura (Genova) Tel. 010 8341373; fax 010 8367780 sabrina.storari@iis.it
Genova	Novembre 2009	Automazione e robotica nella realizzazione di strutture saldate	Istituto Italiano della Saldatura (Genova) Tel. 010 8341373; fax 010 8367780 sabrina.storari@iis.it
Praga (Repubblica Ceca)	4-6/11/2009	NDE for Safety 2009 / Defektoskopie 2009	CNDT (Brno - Czech Rep.) Tel. +420 5 41143229; fax +420 5 41143231 cndt@cndt.cz
Yokohama (Giappone)	8-13/11/2009	13th Asia Pacific Conference on Non-Destructive Testing 2009	JSNDI - Japanese Society for Non-Destructive Inspection (Tokio - Japan) Tel. +81 35821505; fax +81 338636524 apcndt2009@jsndi.or.jp
Maastricht (Olanda)	10-12/11/2009	Stainless Steel World 2009 Conference & Exhibition	KCI Publishing B.V. (AJ Zutphen - NL) Tel. +31 575 585270; fax +31 575 511099 ssw2009.conf@kci-world.com
Chicago (Illinois - USA)	15-18/11/2009	FABTECH International & AWS Welding Show	AWS (Miami - Florida - USA) Tel. +1 305 4439353462 jospina@aws.org
Il Cairo (Egitto)	16-19/11/2009	International Conference on Failure Analysis and Repair Welding	CMRDI - Central Metallurgical Research and Development Institute (Cairo - Egypt) Tel. +202 25010642; fax +202 25011185 albersadek@yahoo.com
Piacenza	19-21/11/2009	EXPOLASER - Utilizzo e applicazione della tecnologia laser nell'industria	Piacenza Expo (Piacenza) Tel. 0523 602711; fax 0523 602707 info@piacenzaexpo.it
Tehran (Iran)	30/11-3/12/2009	IIW International Congress "Science and Applications of Welding & Joining"	IWREC (Tehran - Iran) Tel. +98 21 44606307; fax +98 21 44606307 info@iiwc2009iran.com



42.000

**operatori del settore gas e acqua
ogni anno da 15 anni
consultano i nostri annuari
e le nostre banche dati**



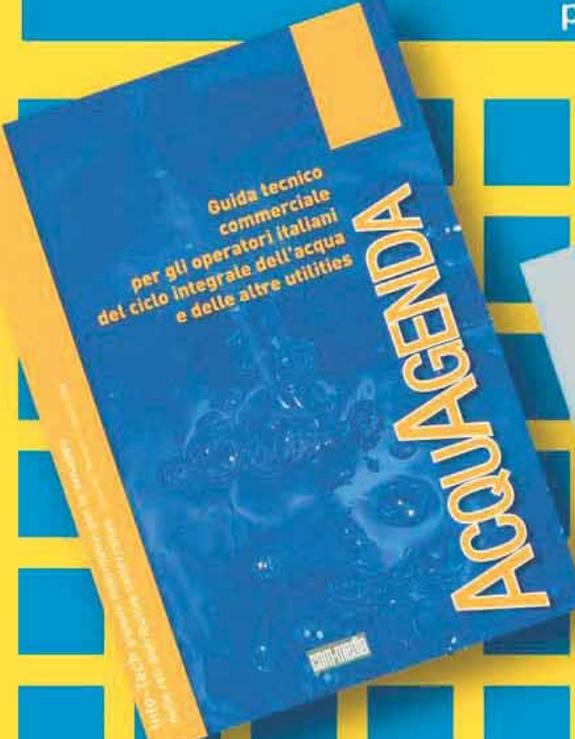
I gestori italiani delle reti del gas e dell'acqua e i loro fornitori possono utilizzare i seguenti strumenti promozionali:

AcquAgenda e GasAgenda, annuari specializzati dedicati ai tecnici e ai buyer dell'industria del gas e dell'acqua

Banche dati dei gestori delle reti gas, acquedottistiche, fognarie e degli impianti di depurazione delle acque

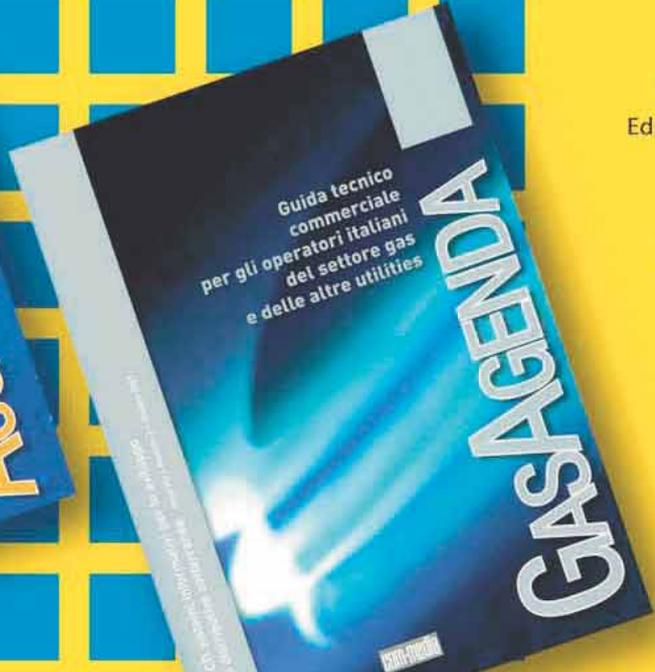
Promozione e assistenza commerciale per l'organizzazione di convegni, fiere ed eventi: sponsorship, pubblicazioni, mailing, vendita spazi espositivi, ...

Servizi di comunicazione personalizzati: piani di comunicazione, relazioni pubbliche, organizzazione di eventi, convegni, fiere, ...



Guida tecnico
commerciale
per gli operatori italiani
del ciclo integrale dell'acqua
e delle altre utilities

ACQUAAGENDA



Guida tecnico
commerciale
per gli operatori italiani
del settore gas
e delle altre utilities

GASAGENDA

Com-Media S.r.l.
Edizioni GasAgenda e AcquAgenda

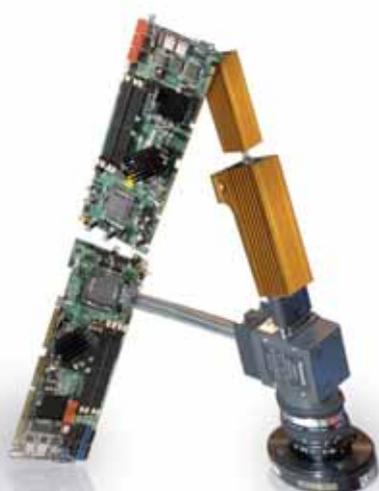
Via Serio, 16
20139 Milano Italy

Tel. 02 56810171
Fax 02 56810131

info@watergas.it
www.watergas.it



TECHNOLOGY
EXHIBITIONS
WEEK



BIAS 2010. Così non l'avete mai vista.

fieramilano, Rho



4-7 MAGGIO 2010

Biennale Internazionale di Automazione, Strumentazione, Microelettronica, Produzione Elettronica e ICT per l'Industria

Capaci di cambiare, capaci di innovare.

Approfondimenti verticali, formazione tecnica, apertura internazionale, forte specializzazione dell'offerta in mostra.

Queste le parole chiave del nuovo progetto BIAS, completamente rinnovato anche grazie al contributo di chi il mercato lo vive tutti i giorni: Voi aziende, le associazioni, il mondo della ricerca universitaria.

Perché, per crescere, bisogna avere il coraggio di cambiare, ma soprattutto di innovare.

Scegliete oggi di partecipare, perché un BIAS così non lo avete mai visto!

In contemporanea con



Biennale Internazionale
di Trasmissioni di Potenza
Fluida e Meccatronica

Mechanical Power Transmission
& Motion Control

Biennale Internazionale di Trasmissioni Meccaniche,
Motion Control e Meccatronica

Con il patrocinio di

ripi



Promossa e organizzata da



Co-organizzata con



Tel. +39 02 40922560 • Fax +39 02 40922599
promo.bias@fieremostre.it
www.fieremostre.it



Ricerche Bibliografiche

Dati IIS-Data

Comportamento sismico delle strutture saldate (1995-2008)

Finite element analysis and tests of beam-to-column connections di RICHARD R.M. et al. «Steel Constr.», Ottobre 1995, pp. 44-47.

Analisi con elementi finiti; colonne; flange; giunti saldati; progettazione, concezione; sismico; travi.

Review of damage in welded joints caused by the Kobe earthquake di HORIKAWA K. e SAKINO Y. «Trans. JWRI», Luglio-Dicembre 1995, pp. 1-10.

Costruzioni in acciaio; edifici; giunti saldati; ponti; rottura fragile; sismico.

How steel structures fared in Japan's great earthquake di TOYODA M. «Wdg. J.», Dicembre 1995, pp. 31-42, F. 21.

Costruzioni civili; Giappone; rottura fragile; sismico.

Analisi statistica della risposta dinamica di telai in acciaio: influenza della sovrarresistenza di CALDERONI B. et al. «Costr. Met.», Settembre-Ottobre 1996, pp. 35-45.

Calcolo; carico dinamico; costruzioni in acciaio; metodi statistici; progettazione, concezione; sismico; sovraccarico; telai.

Rekonstruktion und Instandsetzung von beschädigten Stahlbrücken von Schnellstrassen nach dem Grossen... (Reconstruction and repair of steels highway bridge structures damaged by the Great Hanshin-Awaji Earthquake) di KITADA T. et al. «Stahlbau», Luglio 1997, pp. 442-450.

Costruzioni in acciaio; ponti; riparazione; sismico; strade.

Erdbebengerechtes Design des Kesseltragwerks für das Braunkohlekraftwerk Cayirhan 3, 4 (Earthquake resistant design of boiler house structure for the brown coal fired power station Cayirhan 3, 4) di BREITWIESER K. «Stahlbau», Settembre 1997, pp. 575-585.

Acciai da costruzione; caldaie; centrali elettriche; elementi costruttivi; progettazione, concezione; sismico.

Experimental study of brittle fracture with plastic strain at cruciform butt joints (Report III) - Effect of cyclic loading di SAKINO Y. et al. «Trans. JWRI», Gennaio-Giugno 1998, pp. 97-104.

Acciai da costruzione; carico di fatica; costruzioni in acciaio; deformazione plastica; giunti a croce; rottura fragile; sismico.

Evaluation of seismic response data for piping di GERRY C. «WRC Bulletin», N. 423/1997, pp. 1-162.

Condotte; dati; meccanica della frattura; resistenza a fatica; sismico; tubi.

Seismic analysis options for steel truss bridges di MEHTA S. «Steel Constr.», Marzo 1999, pp. 42-49.

Analisi con elementi finiti; ponti; progettazione, concezione; sismico.

Welding seismic grade reinforcing bars di SCHOLZ W. «Austr. Wdg. J.», Aprile-Giugno 1999, pp. 26-27.

Acciai da costruzione; calcestruzzo; costruzioni in acciaio; fili e barre; rinforzo; sismico.

Seismic analysis of the HIFAR nuclear reactor secondary coolant pipework and associated inlet and outlet headers di BENDEICH P. e PAYTEN W. «Journal PVP», V. 77, N. 2/3 2000, pp. 133-138.

Analisi con elementi finiti; analisi delle tensioni; analisi strutturale; fattori di sicurezza; giunti saldati; industria nucleare; simulazione; sismico; tubisteria.

Viscoelastic dampers at expansion joints for seismic protection of bridges di FENG M.Q. et al. «Jour. Bridge», Gennaio-Marzo 2000, pp. 67-74.

Acciai da costruzione; analisi con elementi finiti; analisi delle tensioni; dilatazione; ponti; sismico.

Evaluation of seismic damage to memphis bridges and highway systems di HWANG H. et al. «Jour. Bridge», Ottobre-Dicembre 2000, pp. 322-330.
Ponti; sismico; strade.

Performance-based design approach in seismic analysis of bridges di FLOREN A. e MOHAMMADI J. «Jour. Bridge», Gennaio-Febbraio 2001, pp. 37-45.
Durata della vita; fattori di sicurezza; ponti; progettazione, concezione; sismico; strade.

Section properties for latticed members of San Francisco-Oakland Bay Bridge di DUAN L. et al. «Jour. Bridge», Marzo-Aprile 2000, pp. 156-164.
Analisi con elementi finiti; analisi delle tensioni; elementi costruttivi; ponti; progettazione, concezione; sismico.

Seismic behavior of hollow stiffened steel bridge columns di MACRAE G.A. e KAWASHIMA K. «Jour. Bridge», Marzo-Aprile 2001, pp. 110-119.
Acciai da costruzione; colonne; elementi costruttivi; ponti; progettazione, concezione; rinforzo; sismico.

Buckling limit evaluation for reactor vessel of KALIMER liquid metal reactor under lateral seismic loads di KOO G-H. et al. «Journal PVP», V. 78, N. 5/2001, pp. 321-330.
Analisi con elementi finiti; analisi delle tensioni; imbozzamento; industria nucleare; progettazione, concezione; recipienti in pressione; simulazione; sismico.

Neuere Erkenntnisse zur Beanspruchung und zum Widerstand von Stahlbauten bei Erdbeben (Recent progress of earthquake engineering in steel structures) di YAMADA M. «Stahlbau», Settembre 2001, pp. 698-709.
Acciai da costruzione; costruzioni in acciaio; fili e barre; giunti saldati; materiali compositi; rinforzo; rottura fragile; sismico.

Seismic restrainer design methods for simply supported bridges di SAIIDI M. et al. «Jour. Bridge», Settembre-Ottobre 2001, pp. 307-315.
AASHTO; codici di buona pratica; ponti; progettazione, concezione; rigidità; simulazione; sismico.

Seismic behavior and retrofit of outrigger beam-column frames di GRIEZIC A. et al. «Jour. Bridge», Settembre-Ottobre 2001, pp. 340-348.
Analisi con elementi finiti; colonne; duttilità; ponti; sismico.

Seismic behaviour of welded beam-to-column connections in steel frames di CHESI C. e VALENTE M. «Costr. Met.», Settembre-Ottobre 2001, pp. 49-54.
Analisi con elementi finiti; analisi delle tensioni; colonne; costruzioni in acciaio; distribuzione delle tensioni; flange; giunti saldati; meccanica della frattura; rottura fragile; simulazione; sismico; telai.

Dynamic behavior of steel deck tension-tied arch bridges to seismic excitation di TORKAMANI M.A.M. e LEE H.E. «Jour. Bridge», Gennaio-Febbraio 2002, pp. 57-67.
Acciai da costruzione; analisi delle tensioni; ponti; simulazione; sismico; travi.

Seismic performance of multisimple-span bridges retrofitted with link slabs di CANER A. et al. «Jour. Bridge», Marzo-Aprile 2002, pp. 85-93.
Acciai da costruzione; analisi delle tensioni; dilatazione; ponti; sismico; strade.

New guidelines affect flux cored welding in seismic areas di FUNDERBURK R.S. et al. «Wdg. J.», Marzo 2002, pp. 32-36.
Codici di buona pratica; FEMA; fili animati; saldatura con filo animato; sismico; tenacità; tenacità alla rottura.

Elastic plastic FE analyses of sub models of connections in steel framed moment resisting buildings under earthquake loading (IIW-1553-01 ex-doc. X-1474-01 / XV-1092-01) di BURDEKIN F.M. e KUNTIYAWICHAI K. «Weld. World», Marzo-Aprile 2002, pp. 3-11.
Analisi con elementi finiti; analisi strutturale; COD; prove; colonne; confronti; coprigiunti; edifici; elementi costruttivi; fattori di influenza; giunti saldati; progettazione, concezione; proprietà meccaniche; sismico; studi sperimentali; tensioni; travi.

SAR interferometry for detecting the effects of earthquakes on buildings di PIERACCINI M. et al. «NDT & E Int.», N. 8/2002, pp. 615-625.
Controllo non distruttivo; costruzioni civili; edifici; misura; ottica; sismico.

IIW recommendations for assessment of risk of fracture in seismically affected moment connections (IIW-1574-02 ex-doc. X-1504-02 XV-1102-02/XV-SCG-103-02) di ANONIMO «Weld. World», Marzo-Aprile 2003, pp. 18-37.
Colonne; costruzioni in acciaio; deformazioni; edifici; elementi costruttivi; elenchi bibliografici; giunti saldati; materiale base; meccanica della frattura; progettazione, concezione; proprietà meccaniche; prove di rottura dinamica; prove meccaniche; raccomandazioni; regole; rigidità; sismico; strutture di carpenteria; telai; tenacità all'intaglio; tenacità alla rottura; tensioni; travi; valutazione.

Seismic load rating procedure for welded steel frames oligocyclic fatigue di RATIU M.D. et al. «Sudura», Luglio-Settembre 2003, pp. 7-14.
Accettazione; acciai da costruzione; caldo; costruzioni in acciaio; fatica a basso numero di cicli; giunti saldati; idoneità all'impiego; industria nucleare; laminazione; progettazione, concezione; recipienti in pressione; resistenza a fatica; sismico; telai.

Welding consumable developments in the aftermath of the Northridge earthquake (Doc.ICRA-2003-11) di KOTECKI D.J. e NARAYANAN B. «Weld. World», Gennaio-Febbraio 2005, pp. 42-46.
Costruzioni in acciaio; materiali d'apporto; microstruttura; proprietà meccaniche; saldatura ad arco; saldatura con filo animato; sismico; tenacità.

Seismic performance of fillet welds in moment resisting connections (IIW-1726-05, ex-doc. XV-1192-05) di WOERNER W. et al. «Weld. World», Maggio-Giugno 2006, pp. 51-58.
Acciai; accoppiamenti; difetti; difetti di forma; dimensioni; progettazione, concezione; proprietà meccaniche; rotture; saldatura ad arco; saldatura con filo fusibile in gas protettivo; saldatura in gas protettivo; saldatura manuale con elettrodi rivestiti; saldature d'angolo; sismico.

Advances in seismic codification for steel structures di GIONCU V. «Costr. Met.», Novembre-Dicembre 2006, pp. 69-87.
Acciai da costruzione; costruzioni civili; costruzioni in acciaio; edifici; sismico.

L'interazione binario-struttura nella risposta sismica degli impalcati da ponte ferroviari in presenza di lunga rotaia saldata di ANONIMO «Ing. Ferr.», Settembre 2007, pp. 677-692. *Acciai da costruzione; analisi con elementi finiti; analisi delle tensioni; calcestruzzo; condizioni ambientali; condizioni di servizio; costruzioni ferroviarie; elementi costruttivi; giunti saldati; ponti; progettazione, concezione; rinforzo; rotaie; sismico.*

Trends and future of structural framework steel di YOSHIDA Y. «Weld. Int.», Novembre 2008, pp. 741-745. *Acciai ad alta resistenza; acciai da costruzione; acciai microlegati; colonne; costruzioni in acciaio; edifici; giunti saldati; lamiere; laminazione; progettazione, concezione; rottura fragile; saldatura ad arco sommerso; saldatura ad elettroscoria; sismico; tenacità alla rottura; tipi di rotture; trattamento termomeccanico; travi; ZTA.*

Fracture assessment method for steel structures under seismic conditions: idea of fracture assessment and assessment flow di MINAMI F. «Weld. Int.», Novembre 2008, pp. 767-772.

Acciai da costruzione; analisi delle tensioni; bassa temperatura; carico di fatica; carico dinamico; COD: prove; Giappone; giunti saldati; lamiere; meccanica della frattura; norme; progettazione, concezione; proprietà meccaniche; prove di meccanica della frattura; resistenza a fatica; rottura fragile; sismico; tenacità alla rottura.

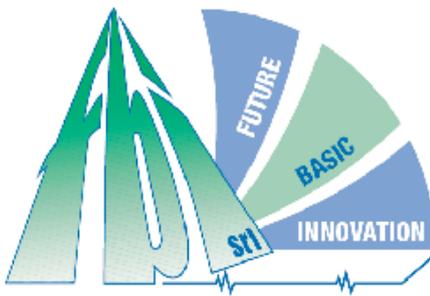
New AWS D1.8 seismic welding supplement outlined di HAMBURGER R.O. et al. «Wdg. J.», Febbraio 2007, pp. 28-31. *AWS; norme; sismico.*

UNITA' SI		
Grandezza	Unità SI	Simbolo
Unita' fondamentali		
Intervallo di tempo	secondo	s
Lunghezza	metro	m
Massa	chilogrammo	kg
Temperatura	kelvin	K
Quantità di sostanza	mole	mol
Intensità di corrente elettrica	ampere	A
Intensità luminosa	candela	cd
Unita' derivate		
Angolo piano	radiante	rad
Angolo solido	steradiano	sr
Frequenza	hertz	Hz
Forza	newton	N
Pressione	pascal	Pa
Lavoro, energia	joule	J
Potenza	watt	W
Temperatura Celsius	grado Celsius	°C
Carica elettrica	coulomb	C
Differenza di potenziale elettrico	volt	V
Capacità elettrica	farad	F
Resistenza elettrica	ohm	W
Conduttanza elettrica	siemens	S
Flusso d'induzione magnetica	weber	Wb
Induzione magnetica	tesla	T
Induttanza	henry	H
Flusso luminoso	lumen	lm
Illuminamento	lux	lx
Attività (di un radionuclide)	becquerel	Bq
Dose assorbita, kerma	gray	Gy
Dose equivalente	sievert	Sv

Fonti dei riferimenti bibliografici

Riviste italiane e straniere analizzate per la Banca Dati IIS-Data

Titolo	Abbreviaz.	Titolo	Abbreviaz.	Titolo	Abbreviaz.
Acciaio	Acciaio	L'Allestimento	Allestimento	Schweissen & Pruftechnik	Sch. Prof.
Advanced Materials Processes	Mat. Processes	L'Elettrotecnica	Eletr.	Schweissen und Schneiden	Schw. Schn.
Alluminio e Leghe	AL	L'Industria Meccanica	Ind. Mecc.	Schweisstechnik	Schweisst.
Alluminio Magazine	Alluminio	L'Installatore Tecnico	Installatore	Schweisstechnik	Sch. Tec.
Ambiente e Sicurezza sul Lavoro	Sicurezza Lav.	La Meccanica Italiana	Mecc. Ital.	Science and Technology of W and J	Weld. Join.
Analysis Europa	Analysis	La Metallurgia Italiana	Met. Ital.	Seleplast	Seleplast
Anticorrosione	Anticorrosione	La Termotecnica	Termotecnica	Sicurezza e Prevenzione	Sicurezza
ASTM Standardization News	ASTM Std.	Lamiera	Lamiera	Skoda Review	Skoda
ATA Ingegneria Automobilistica	ATA	Laser	Laser	Soldadura e Construcão Metalica	Soldadura
Australasian Welding Journal	Austr. Wdg. J.	Lastechnik	Lastech.	Soldadura y Tecnologias de Union	Sold. Tec.
Australian Welding Research	Austr. Wdg. Res.	Lavoro Sicuro	Lav. Sic.	Soldagem & Inspecao	Inspecao
Automatic Welding	Aut. Weld.	Lo Stagno ed i suoi Impieghi	Stagno	Soldagem & Materiais	Soldagem
Automazione Energia Informazione	AEI	Macchine & Giornale dell'Officina	Officina	Soldering & Surface Mount Technology	Soldering
Avtomaticheskaya Svarka	Aut. Svarka	Macplas	Macplas	Soudage et Techniques Connexes	Soud. Tec. Con.
Befa - Mitteilungen	Befa Mitt.	Manutenzione: Tecnica e Management	Manutenzione	Souder	Souder
BID-ISIM	BID-ISIM	Materialprüfung	Materialprüf.	Stahlbau	Stahlbau
Biuletyn ISG	Biuletyn	Material and Corrosion	Mat. Cor.	Stainless Steel Europe	Stainless Eu.
Boletín Tecnico Conarco	Conarco	Materials Evaluation	Mat. Eval.	Stainless Steel World	Stainless World
Bollettino Tecnico Finsider	Finsider	Materials Performance	MP	Stainless Today	Stainless
Bollettino Tecnico RTM	RTM	Meccanica & Automazione	Mec. & Aut.	Steel Research	Steel
Brazing and Soldering	Braz. Sold.	Meccanica & Macchine di Qualità	Mecc. & Macchine	Structural Engineering International	Engineering
Bridge Design & Engineering	Bridge	Meccanica Moderna	Mecc. Moderna	Sudura	Sudura
British Corrosion Journal	Br. Corr. J.	Meccanica Oggi	Meccanica	Surface Engineering	Surface
China Welding	China Weld.	Mechanical Engineering	Mech. Eng.	Svarochnoe Proizvodstvo	Svar. Proiz.
Chromium Review	Chromium	Metal Construction	Met. Con.	Sveiseteknikk	Sveiseteknikk
Constructia De Masini	Constr. Masini	Metalli	Metalli	Svetsaren	Svetsaren
Costruzioni Metalliche	Costr. Met.	Metallurgical and Materials Transactions	Met. Trans.	Svetsen	Svetsen
Czechoslovak Heavy Industry	Czech. Heavy	Metallurgical B	Metallurgical B	Technica/Soudure	Tech. Soud.
De Qualitate	Qualitate	Metallurgical Reports CRM	Met. Rep.	Technical Diagnostics and NDT Testing	NDT Testing
Deformazione	Deformazione	Metallurgical Transactions	Metallurgical T	Technical Review	Tech. Rev.
Der Praktiker	Praktiker	Metalurgia & Materiais	Met. Materiais	Technische Überwachung	Techn. Überw.
Elettronica Oggi	Elettronica	Metalurgia International	Metalurgia	Tecnologia Qualidade	Qualidade
Elin Zeitschrift	Elin	Modern Plastics International	Plastics Int.	Tecnologie e Trasporti per il Mare	Tec. Tra. Mare
Energia Ambiente Innovazione	Enea E.A.I.	Modern Steel Construction	Steel Constr.	Tecnologie per il Mare	Tec. Mare
Energia e Calore	Energia	NDT & E International	NDT & E Int.	Teknos	Teknos
Energia e Materie Prime	Energia	NDT & E International UK	NDT & E Int.	The Brithis Journal of NDT	Br. Nondestr.
EPE International	EPE	NDT International	NDT Int.	The European Journal of NDT	European NDT
Esa Bulletin	Esa Bulletin	Notagil S.I.	Notagil	The International Journal of PVP	Journal PVP
Eurotest Technical Bulletin	Eurotest	Notiziario dell'ENEA Energia e Innovazione	ENEA E.I.	The Journal of S. and E. Corrosion	Corrosion
Fogli d'Informazione Ispesl	ISPESL	Notiziario dell'ENEA Sic. e Prot.	ENEA-DISP.	The Paton Welding Journal	Paton Weld. J.
Fonderia	Fonderia	Notiziario Tecnico AMMA	AMMA	The TWI Journal	TWI Journal
FWP Journal	FWP J.	NRIM Research Activities	NRIM Research	The Welding Innovation Quarterly	Weld. Innovation
GEP	GEP	NT Tecnica e Tecnologia AMMA	NT AMMA	Tin and Its Uses	TIN
Giornale del Genio Civile	Giornale G.C.	Oerlikon Schweissmitteilungen	Oerlikon	Transactions of JWRI	Trans. JWRI
Heron	Heron	PCB Magazine	PCB	Transactions of JWS	Trans. JWS
Hightech	Hightech	Perito Industriale	Perito Ind.	Transactions of NRIM	Trans. NRIM
Hitsaustekniikka	Hitsaust.	Petrolieri d'Italia	Petrolieri I.	Ultrasonics	Ultrasonics
Hybrid Circuits	Hybrid	Pianeta Inossidabili	Inox	Unificazione e Certificazione	Unificazione
IABSE Periodica	IABSE	Plastic Pipes Fittings	Plastics	Università Ricerca	Università
Il Filo Metallico	Filo Metallico	Prevenzione Oggi	Prevenzione	Unsidar Notizie di Normazione	Unsidar
Il Giornale delle Prove non Distruttive	Giornale PND	Produttronica	Produttronica	Varilna Tehnika	Var. Teh.
Il Giornale delle Scienze Applicate	Scienze Applic.	Protective Coatings Europe	PCE	Westnik Maschinostroeniya	-
Il Perito Industriale	Perito Ind.	Przeglad Spawalnictwa	Pr. Spawal.	Welding & Joining	Weld. Joining
Il Saldatore Castolin	Castolin	Quaderni Pignone	Pignone	Welding & Joining Europe	Weld. J. Europe
Ilva Quaderni	Ilva	Qualificazione Industriale	Qualificazione	Welding and Metal Fabrication	Welding
Industrial Laser Rewiew	Ind. Laser	Qualità	Qualità	Welding Design and Fabrication	Weld. Des.
Ingegneria Ambientale	I.A.	Rame e Leghe	CU	Welding in the World	Weld. World
Ingegneria Ferroviaria	Ing. Ferr.	Rame Notizie	Rame	Welding International	Weld. Int.
Inossidabile	Inossidabile	Research in Nondestructive Evaluation	Research NDE	Welding Journal	Wdg. J.
Insight	Insight	Revista de Los Trat. Ter. y de Superficie	Tratersup	Welding Production	Weld. Prod.
International Construction	Int. Const.	Revista de Metalurgia	Rev. Met.	Welding Review International	Weld. Rev.
Interplastics	Interplastics	Revista de Soldadura	Rev. Soldadura	WRC Bulletin	WRC Bulletin
IPE International	IPE	Revue de la Soudure	Rev. Soud.	WRI Journal	WRI J.
ISO Bulletin	ISO	Revue de Metallurgie CIT	Revue Met. CIT	Zavarivac	Zavarivac
J. of Offshore and Polar Engineering	Offshore	Revue de Metallurgie MES	Revue Met. MES	Zavarivanje	Zavarivanje
Joining & Materials	Joining	Ricerca e Innovazione	Ric. Inn.	Zavarivanje I	Zavariv.
Joining of Materials	JOM	Riv. Infortuni e Malattie Professionali	Riv. Inf.	Zincatura a caldo	Zincatura
Joining Sciences	Join. Sciences	Rivista di Meccanica	Riv. Mecc.	Zis Mitteilungen	ZIS
Journal of Bridge Engineering	Jour. Bridge	Rivista di Meccanica Oggi	Riv. Mecc. Oggi	Zis Report	Zis
Journal of the Japan Welding Society	Journal JWS	Rivista di Meccanica International	Riv. Mecc. Inter.	Zvaracske Spravy	Zvaracske
Kunststoffe	Kunststoffe	Rivista Finsider	Riv. Finsider	Zváranie	Zváranie
L'Acciaio Inossidabile	Acc. Inoss.	Rivista Italiana della Saldatura	Riv. Sald.		



F.B.I. Srl - Future Basic Innovation

- PROFESSIONALITA'
- DINAMICITA'
- INNOVAZIONE

contraddistinguono la nostra azienda



Leader nella produzione e vendita di:

- Forni e Fornetti per Essiccamento e Mantenimento Elettrodi
- Forni a Tramoggia per Essiccamento e Mantenimento Flussi
- Forni speciali a richiesta

F.B.I. Srl

Via Isonzo 26 – 20050 San Damiano di Brugherio (MI)
Tel. + 39 039.2028086 – Fax + 39 039.2028126
www.fbifbi.com - info@fbifbi.com - sales: mail@fbifbi.com



SOTTOSCRIVERE L'ABBONAMENTO a U&C e Qualità è facile:

basta completare questo modulo e inviarlo
al fax n. **02 36581173**

Offerta Abbonamento DUO:



Abbonamento a 10 numeri **70,00**
(spedizione inclusa)



Abbonamento a 6 numeri **50,00**
(spedizione inclusa)



**Abbonamento a 10 numeri di U&C
+ 6 numeri di Qualità** **110,00**
(spedizione inclusa)

04/08

Ragione sociale/Azienda

Riferimento Responsabile Qualità

Indirizzo

Cap Città Provincia

Tel Fax

Partita IVA

Codice Fiscale

E-mail

Il pagamento potrà essere effettuato tramite:

- 1) versamento su c/c postale 26649467 - intestato a the C' comunicazione srl - via Orti, 14 - 20122 Milano;
- 2) bonifico bancario: Banca Popolare di Novara - via S. Margherita, 5 - 20121 Milano - IBAN: IT28N0560801600000000003314 - intestato a the C' comunicazione srl.

Copia dell'avvenuto pagamento dovrà essere inoltrata via fax a the C' comunicazione, che provvederà all'attivazione immediata dell'abbonamento

Per informazioni: Ufficio Abbonamenti tel. 02 36581151 - e-mail: cesare@the-c.it

the C' comunicazione srl tutela la riservatezza dei dati: la sottoscrizione dell'abbonamento dà diritto a ricevere informazioni e offerte da parte di the C' comunicazione srl.

Barrare la casella solo se non si desidera ricevere tali offerte

- la **Rivista Italiana della Saldatura** è l'Organo ufficiale dell'Istituto Italiano della Saldatura;
- ha uscita bimestrale e viene spedita in circa 3.000 copie alla fine di Febbraio, Aprile, Giugno, Settembre, Ottobre, Dicembre;
- l'abbonamento decorre, per sei numeri (un'annata editoriale), dal primo numero raggiungibile contestualmente al ricevimento del pagamento;
- l'abbonamento comprende anche la spedizione gratuita del supplemento elettronico settimanale "Saldatura Flash";
- la quota dell'abbonamento viene fatturata.

COSA FARE PER ABBONARSI

Abbonarsi alla Rivista Italiana della Saldatura è semplice: basta **compilare e trasmettere via fax al n° 010 836.77.80, oppure per posta questa scheda**, unendo la ricevuta dell'avvenuto pagamento; l'attestazione del pagamento attiverà l'abbonamento; **non saranno attivati abbonamenti senza il comprovante del pagamento.**

PREZZO DELL'ABBONAMENTO

Sei numeri:

per l'Italia: € 90,00

per l'estero: € 155,00

Copia singola o arretrata:

per l'Italia: € 20,00

per l'estero: € 30,00

Sconto del 25% a librerie e del 10% ad Università ed Istituti Scolastici.

MODALITÀ DI PAGAMENTO

- versamento su conto corrente postale n° 17144163 intestato a Istituto Italiano della Saldatura

- bonifico bancario su BANCA POPOLARE DI MILANO, Filiale di Genova, CIN I - ABI 05584 - CAB 01400 - C/C 000000004500

SCHEDA DI ABBONAMENTO

Nuovo abbonamento

Rinnovo

Cognome Nome

Società..... Indirizzo

C.A.P. Città..... Pr. C.F. o P. IVA

Tel Fax e-mail:

Data

Timbro e/o firma:

PER ULTERIORI INFORMAZIONI, RIVOLGERSI A:

ISTITUTO ITALIANO DELLA SALDATURA - DIVISIONE PRN / UFF. ABBONAMENTI

LUNGOBISAGNO ISTRIA, 15 - 16141 GENOVA GE

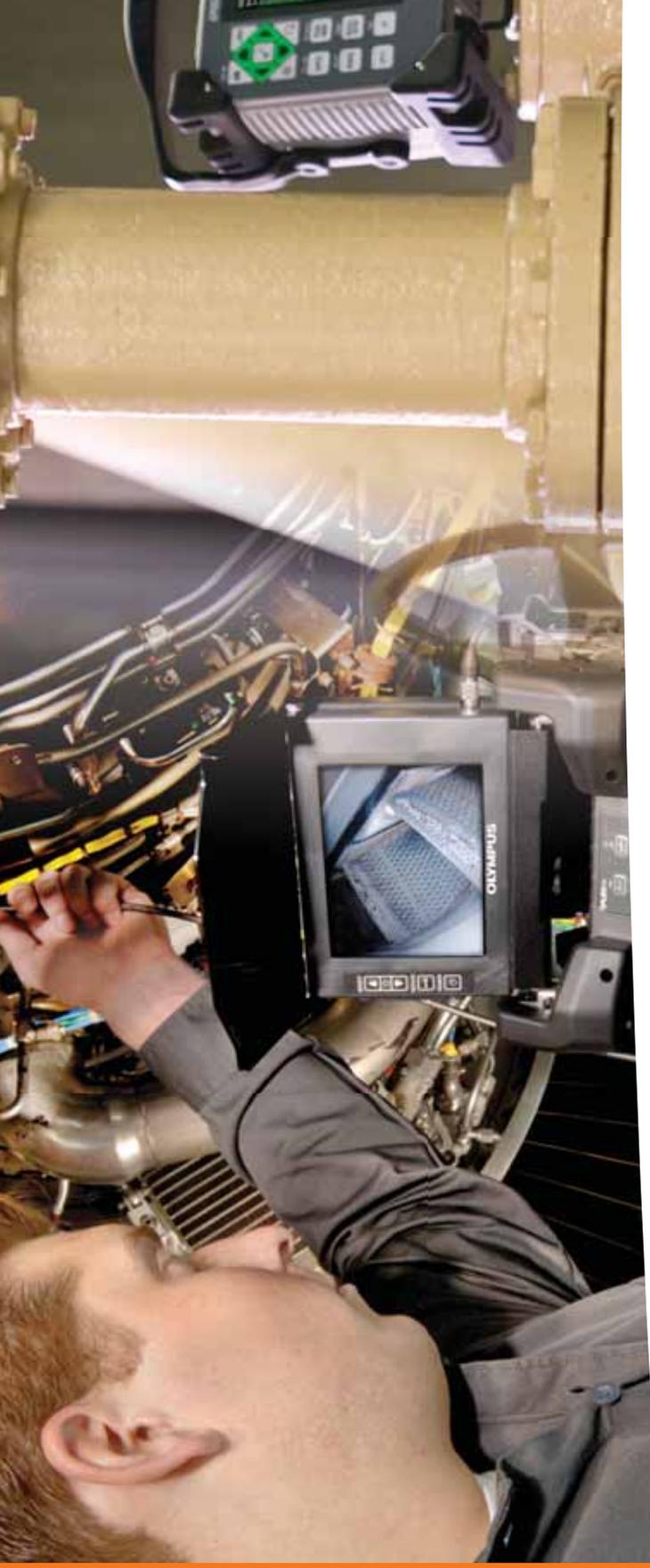
TEL. (+39) 010 8341.392; FAX (+39) 010 8367780

E-MAIL: SILVIA.TERRAROSSA@IIS.IT WEB: WWW.IIS.IT

Informativa ai sensi Dlgs. 196/2003:

Si informa che ai sensi della suddetta legge, la presente domanda firmata conferisce all'Istituto Italiano della Saldatura l'autorizzazione al trattamento dei dati personali in essa contenuti. Inoltre gli stessi dati saranno inseriti nelle nostre banche dati per consentirci l'invio di materiale informativo, pubblicitario e promozionale. Sono riservati al committente tutti i diritti dell'art. 7 della presente legge con l'accorgimento di fare domanda scritta in caso di volontà di recesso o cancellazione nel trattamento dei dati conferiti.

--	3 M ITALIA	Via San Bovio, 3 - Località San Felice - 20090 SEGRATE (MI)
413-414	AEC TECHNOLOGY	Via Leonardo Da Vinci, 17 - 26013 CAMPAGNOLA CREMASCA (CR)
488-489	AIPND	Via A. Foresti, 5 - 25127 BRESCIA
--	ANASTA	Via G. Tarra, 5 - 20125 MILANO
505	ANCCP	Via Rombon, 11 - 20134 MILANO
408	ANDIT AUTOMAZIONE	Via Privata Casiraghi, 526 - 20099 SESTO SAN GIOVANNI (MI)
398	ASG Superconductors	Corso F.M. Perrone, 73r - 16152 GENOVA
434	ASPIRMIG	Via Podi, 10 - 10060 VIRLE PIEMONTE (TO)
--	ASSOMOTORACING	Via del Battirame, 6/3 - 40138 BOLOGNA
404	BOHLER WELDING GROUP ITALIA	Via Palizzi, 90 - 20157 MILANO
425	CAPILLA	Via per Telgate - Loc. Campagna - 24064 GRUMELLO DEL MONTE (BG)
--	CARPANETO - SATI	Via Ferrero, 10 - 10090 RIVOLI/CASCINE VICA (TO)
411	CEA	Corso E. Filiberto, 27 - 23900 LECCO
403	CEBORA	Via A. Costa, 24 - 40057 CADRIANO DI GRANAROLO (BO)
--	CGM TECHNOLOGY	Via Adda, 21 - 20090 OPERA (MI)
--	COFIL	Via Friuli, 5 - 20046 BIASSONO (MI)
525	COM-MEDIA	Via Serio, 16 - 20139 MILANO
397	COMMERSALD	Via Bottego, 245 - 41100 COGNENTO (MO)
406	C.T.A. - COLLEGIO TECNICI ACCIAIO	Piazzale R. Morandi, 2 - 20121 MILANO
--	DRAHTZUG STEIN	Talstraße 2 - 67317 ALTLEININGEN (Germania)
480	DVC - DELVIGO COMMERCIALE	Località Cerri - 19020 CEPARANA DI FOLLO (SP)
--	EDIBIT	Via Cà dell'Orbo, 60 - 40055 CASTENASO (BO)
--	EDIMET	Via Brescia, 117 - 25018 MONTICHIARI (BS)
4a cop	ESAB SALDATURA	Via Mattei, 24 - 20010 MESERO (MI)
--	ESARC	Via Cadibona, 15 - 20137 MILANO
--	ETC OERLIKON	Via Vo' di Placca, 56 - 35020 DUE CARRARE (PD)
--	EUROCONTROL	Zona Industriale - 89811 PORTO SALVO (VV)
531	F.B.I.	Via Isonzo, 26 - 20050 SAN DAMIANO DI BRUGHERIO (MI)
--	FEI Forum Energetico Internazionale	c/o CENACOLO - Via C. Colombo, 101/h - 29100 PIACENZA
506	FIERA ACCADUEO	c/o BOLOGNAFIERE - Piazza Costituzione, 6 - 40128 BOLOGNA
--	FIERA AFFIDABILITA' & TECNOLOGIE	c/o A & T - Via Palmieri, 63 - 10138 TORINO
526	FIERA ALUMOTIVE	c/o ADEExpo - Viale della Mercanzia, 142 Centergross - 40050 FUNO DI ARGELATO (BO)
--	FIERA BIAS	c/o F & M - Fiere e Mostre - Via Caldera, 21/C - 20153 MILANO
--	FIERA BIMEC	c/o UCIMU - Viale Fulvio Testi, 128 - 20092 CINISELLO BALSAMO (MI)
--	FIERA BI-MU	c/o UCIMU - Viale Fulvio Testi, 128 - 20092 CINISELLO BALSAMO (MI)
504	FIERA BIMU-MED	c/o UCIMU - Viale Fulvio Testi, 128 - 20092 CINISELLO BALSAMO (MI)
412	FIERA COMPOTEC	c/o CARRARAFIERE - Viale Galileo Galilei, 133 - 54033 MARINA DI CARRARA (MS)
--	FIERA DI ESSEN	Via Vincenzo Monti, 8 - 20123 MILANO
400	FIERA EMO MILANO	c/o UCIMU - Viale Fulvio Testi, 128 - 20092 CINISELLO BALSAMO (MI)
426	FIERA EXPOLASER	c/o PIACENZA EXPO - S.S. 10 Loc. Le Mose - 29100 PIACENZA
--	FIERA LAMIERA	c/o UCIMU - Viale Fulvio Testi, 128 - 20092 CINISELLO BALSAMO (MI)
--	FIERA MAQUITEC	c/o EXPO CONSULTING - Via Brugnoli, 8 - 40122 BOLOGNA
445	FIERA MCM	c/o EIOM - Viale Premuda, 2 - 20129 MILANO
446	FIERA MECFORPACK	c/o BOLOGNAFIERE - Piazza Costituzione, 6 - 40128 BOLOGNA
409	FIERA MECSPE	c/o SENAF - Via Eritrea, 21/A - 20157 MILANO
--	FIERA METALRICICLO	c/o EDIMET - Via Brescia, 117 - 25018 MONTICHIARI (BS)
512	FIERA METOF	c/o EDIMET - Via Brescia, 117 - 25018 MONTICHIARI (BS)
410	FIERA MOTORSPORT EXPOTECH	c/o MODENA ESPOSIZIONI - Viale Virgilio, 58/B - 41100 MODENA
--	FIERA SAMUMETAL	c/o PORDENONE FIERE - Viale Treviso, 1 - 33170 PORDENONE
481	FIERA SEATEC	c/o CARRARAFIERE - Viale Galileo Galilei, 133 - 54033 MARINA DI CARRARA (MS)
--	FIERA SICURTECH	c/o FIERA MILANO TECH - Via Gattamelata, 34 - 20149 MILANO
--	FIERA TECHFLUID	c/o EDIMET - Via Brescia, 117 - 25018 MONTICHIARI (BS)
--	FIERA VENMEC	c/o PADOVAFIERE - Via N. Tommaseo, 59 - 35131 PADOVA
--	FRONIUS	Via Monte Pasubio, 137 - 36010 ZANE' (VI)
494	G.B.C. INDUSTRIAL TOOLS	Via Artigiani, 17 - 25030 TORBIATO DI ADRO (BS)
--	G.E.INSPECTION TECHNOLOGIES	Via Grožio, 10/4 - 20151 MILANO
--	G. FISCHER	Via Sondrio, 1 - 20063 CERNUSCO SUL NAVIGLIO (MI)
401	GILARDONI	Via A. Gilardoni, 1 - 23826 MANDELLO DEL LARIO (LC)
415	HARMS+WENDE	Via Agazzano, 60 - 29010 GRAGNANO TREBBIENSE (PC)
--	HYPERTHERM Europe B.V.	Vaartveld, 9 - 4704 SE ROOSENDAAL (Olanda)
--	IGUS	Via delle Rovedine, 4 - 23899 ROBBIATE (LC)
--	INE	Via Facca, 10 - 35013 CITTADELLA (PD)
--	IPM	Via A. Tadino, 19/A - 20124 MILANO
--	ITALARGON	Via S. Bernardino, 92 - 24126 BERGAMO
407+493	ITW	Via Privata Iseo, 6/E - 20098 S. GIULIANO MILANESE (MI)
--	LANSEC ITALIA	Via Bizet, 36/N - 20092 CINISELLO BALSAMO (MI)
--	LASTEK	Viale dello Sport, 22 - 21026 GAVIRATE (VA)
2a cop	LENZI EGISTO	Via G. Di Vittorio, 39 - 59021 VAIANO (PO)
--	LINCOLN ELECTRIC ITALIA	Via Fratelli Canepa, 8 - 16010 SERRA RICCO' (GE)
--	MCM DAYS	c/o EIOM - Viale Premuda, 2 - 20129 MILANO
514	MEDIAPOINT & COMMUNICATIONS	Corso Buenos Aires, 8 - Corte Lambruschini - 16129 GENOVA
513	NDT ITALIANA	Via del Lavoro, 28 - 20049 CONCOREZZO (MI)
--	OGET	Via Torino, 216 - 10040 LEINI' (TO)
482	OLYMPUS ITALIA	Via Modigliani, 45 - 20090 SEGRATE (MI)
--	ORBITALUM TOOLS	Josef-Schüttler-Strasse, 17 - 78224 SINGEN (D)
--	OXYTURBO	Via Serio, 4/6 - 25015 DESENZANO DEL GARDA (BS)
--	PARODI SALDATURA	Via Piave, 33 - Z.I. - 17047 VADO LIGURE (SV)
--	RIVISTA BELTEL	c/o the C' Comunicazione - Via Orti, 14 - 20122 MILANO
--	RIVISTA MECCANICA & AUTOMAZIONE	Via Rosellini, 12 - 20124 MILANO
532	RIVISTA U & C	c/o the C' Comunicazione - Via Orti, 14 - 20122 MILANO
490	RIVOIRA	Via C. Massaia, 75/L - 10147 TORINO
--	RTM	Via Circonvallazione, 7 - 10080 VICO CANAVESE (TO)
--	SACIT	Via del Lavoro, 8 - 36020 CASTEGNERO (VI)
--	SAF - FRO	Via Torricelli, 15/A - 37135 VERONA
--	SALTECO	S.P. Rivoltana, 35/b - 20090 LIMITO DI PIOLTELLO (MI)
--	SANDVIK ITALIA	Via Varesina, 184 - 20156 MILANO
--	SELCO	Via Palladio, 19 - 35010 ONARA DI TOMBOLO (PD)
--	SEMAT CARPENTERIA	Via Fornaci, 45/47 - 25040 ARTOGNE (BS)
--	SE.MAT	Via Monterosa, 81/A - 20043 ARCORE (MB)
3a cop	SIAD	Via S. Bernardino, 92 - 24126 BERGAMO
--	SOL WELDING	Via Meucci, 26 - 36030 COSTABISSARA (VI)
--	STUDIOBOOK	c/o the C' Comunicazione - Via Orti, 14 - 20122 MILANO
--	TEC Eurolab	Viale Europa, 40 - 41011 CAMPOGALLIANO (MO)
--	TECNEDIT	Via delle Foppette, 6 - 20144 MILANO
399	TECNOLETTRA	Via Nazionale, 50a - 70 - 23885 CALCO (LC)
405	TEKA	Industriestraße, 13 - 46342 VELEN (D)
--	TELWIN	Via della Tecnica, 3 - 36030 VILLAVERLA (VI)
--	THERMIT ITALIANA	Piazzale Santorre di Santarosa, 9 - 20156 MILANO
402	TRAFILERIE DI CITTADELLA	Via Mazzini, 69 - 35013 CITTADELLA (PD)



Olympus Industrial System Europe è lieta di informare che, dopo anni di successo e di reciproca soddisfazione con il distributore italiano CGM Technology Srl per la commercializzazione dei prodotti delle linee di Controlli non Distruttivi Olympus NDT, si è deciso di integrare questo business nelle attività della filiale italiana Olympus Italia Srl.

A partire dal 1 gennaio 2009, pertanto, la distribuzione delle linee di prodotti per misurazione di spessore Panametrics, rilevatori di difetti ad ultrasuoni e a eddy current, EPOCH, Sonic, Nortec, OmniScan, e le sonde NDT Engineering è direttamente gestita dalla filiale Italiana di Olympus su tutto il territorio nazionale.

VIDEOSCOPIO IPLEX FX: SEMPLIFICA IL TUO SISTEMA RVI

Olympus presenta IPLEX FX, la nuova rivoluzione nel campo dell'Ispezione Visiva Remota.

L'IPLEX-FX introduce nuovi standard di durata per i videoendoscopi industriali grazie all'unità base resistente agli urti e al rivestimento della sonda resistente all'usura. IPLEX FX è uno strumento di lavoro essenziale per l'utilizzo giornaliero e inoltre un dispositivo industriale compatto e leggero (pesa meno di 6,8 kg), affidabile e duraturo.

IPLEX FX può eseguire qualsiasi tipo di ispezione grazie all'ampia gamma di sofisticate sonde intercambiabili di 4 mm e 6 mm di diametro, e con lunghezze fino a 18 m. Non si tratta soltanto di un semplice strumento di ispezione: IPLEX FX è un sistema affidabile, ricco di caratteristiche tecniche, in grado di eseguire misurazioni precise, in tempo reale, e di recuperare oggetti estranei all'interno della zona ispezionata grazie al canale di lavoro integrato.

L'ispezione non termina allo spegnimento dell'endoscopio, ma continua dopo. IPLEX FX è dotato di una serie di opzioni di registrazione attraverso apposita interfaccia esterna è possibile continuare l'ispezione dall'analisi post-ispettiva, alle misurazioni e all'archiviazione dei dati acquisiti.

• Nitide immagini su display ad alta risoluzione di 6,3 in

*Olympus Italia
e Telecamere
tecnica su tutto
livello di servizi*

*Uno staff Tecnico
o supporto ap-
to*

SERIE EPOCH AD ULTRA

*Gli strumenti di
di performanc*

Avanzato sist

- Display full
- Software Cl
- Interpretazi
- Conforme a
- Frequenza d
- alta velocità
- Grado di pr
- Ricevitore d

Sistema di sca

- Maggiore ef
- C

