

**SCHEDA DATI PER OFFERTA FORMATIVA PUBBLICA DI CUI AL PUNTO 1.2  
DELLA CIRCOLARE MINISTERIALE N° 187 DELL'11 GIUGNO 2008**

<p><b>Insegnamento:</b></p> <p><b>n° crediti/n° ore</b></p> <p><b>Docente titolare:</b></p> <p><b>Qualifica</b></p> <p><b>SSD di appartenenza</b></p> <p><b>Struttura di afferenza</b></p> <p><b>Telefono</b></p> <p><b>e-mail</b></p> <p><b>Orario di ricevimento</b></p> <p><b>Sito web docente</b></p>	<p>Meccanica Sperimentale (corso integrato)  Modulo n.1: Analisi Sperimentale delle deformazioni (50 ore)  Modulo n.2: Controlli non distruttivi (50 ore)  Filippo Bertolino  10 CFU/100 ore  Professore 1° fascia  ING-IND/14</p> <p>Dip.Ingegneria Meccanica</p> <p>(070) 675 5704  <a href="mailto:bertolin@iris.unica.it">bertolin@iris.unica.it</a>  mercoledì 9.00-12.00; giovedì 9.00-12.00; venerdì 9.00-12.00  <a href="http://dimeca.unica.it/apache2-default/organizzazione/docenti/bertolino/bertolino.html">http://dimeca.unica.it/apache2-default/organizzazione/docenti/bertolino/bertolino.html</a></p>
<p><b>Curriculum scientifico</b></p>	<p>Filippo Bertolino si è laureato nel 1980 in Ingegneria Civile presso l'Università di Cagliari. Dal 1983 al 1991 ha lavorato all'EPFL (Politecnico di Losanna), sviluppando alcuni codici di calcolo strutturale. Nel 1991 ha vinto il concorso per ricercatore in Costruzioni di Macchine presso il Dipartimento di Ingegneria Meccanica di Cagliari. Dal 1992 al 2000 è stato professore associato di Disegno Tecnico Industriale presso lo stesso Dipartimento. Dal 2000 è professore di Meccanica Sperimentale.</p> <p>L'attività di ricerca si è incentrata sull'acquisizione e l'analisi automatica di immagini per la meccanica sperimentale. In particolare ha scritto dei programmi per l'analisi automatica di quadri di frange prodotti con metodi ottici quali l'interferometria moirè utilizzando le tecniche del phase shifting e della FFT. Ha partecipato alla realizzazione di due prototipi di tomografi a raggi X (rispettivamente di prima e terza generazione) per il controllo non distruttivo di piccoli componenti meccanici progettando il sistema di movimentazione e sviluppando i codici di ricostruzione tomografica e di visualizzazione dei risultati. Ha realizzato due prototipi di scanner 3D basati sul principio della triangolazione attiva per la misura della superficie esterna di oggetti di forma semplice. Si è occupato di tecniche per la misura delle superfici, utilizzando l'interferometria ottica in luce bianca o monocromatica, la microscopia confocale, il moirè di proiezione e alcune tecniche stereo. Ha sviluppato alcuni metodi di misura delle tensioni residue con il metodo dell'hole drilling. Più in particolare, sono stati elaborati dei software per l'analisi automatica delle immagini ottenute con l'interferometria speckle. Ha scritto dei codici di calcolo per la fotoelasticità automatica, in particolare per l'unwrapping della fase. Recentemente ha sviluppato dei codici di correlazione digitale di immagini per lo studio delle deformazioni nel piano. Tali codici sono stati utilizzati per la caratterizzazione meccanica di provini di materiali compositi, di acciai nel campo</p>

	<p>delle grandi deformazioni (sino a rottura) e dei tessuti biologici duri. Attualmente sta implementando il software per la correlazione digitale di immagini stereo.</p> <p>E' stato Responsabile scientifico del PRIN 1995 ("Controllo non distruttivo di materiali compositi con l'uso della tomografia computerizzata a raggi X") coordinato dal prof. C. Pappalettere.</p> <p>Ha partecipato al PRIN 1998 ("Automazione di tecniche ottico-interferometriche per la validazione di materiali avanzati"), coordinato dal prof. A. Ajovalasit.</p> <p>E' stato responsabile scientifico del PRIN 2005 ("Sviluppo e applicazioni di procedure ibride numerico-sperimentali basate su tecniche ottiche per la caratterizzazione di materiali innovativi per uso industriale e biomedico: applicazione della procedura per la caratterizzazione di compositi e tessuti biologici duri") coordinato dal prof. C. Pappalettere.</p> <p>E' coordinatore scientifico del PRIN 2007 ("Caratterizzazione meccanica di acciai nel campo delle grandi deformazioni").</p> <p>[1] BALDI A, MEDDA A, BERTOLINO F. (2010). Comparing Two Different Approaches to the Identification of the Plastic Parameters of Metals in Post-necking Regime. In: 2010 SEM Annual Conference &amp; Exposition on Experimental and Applied Mechanics, June 7 - 10, 2010.</p> <p>[2] MEDDA A, BALDI A, BERTOLINO F. (2009). Analisi di sensibilità di un algoritmo di identificazione di una legge plastica a partire dalla correlazione digitale di immagini. In: Associazione Italiana per l'Analisi delle Sollecitazioni AIAS 2009. Politecnico di Torino.</p> <p>[3] BALDI A, BERTOLINO F. (2007). Sensitivity analysis of full field methods for residual stress measurement. OPTICS AND LASERS IN ENGINEERING. vol. 45, pp. 651-660.</p> <p>[4] BALDI A, BERTOLINO F., GINESU F. (2007). A temporal phase unwrapping algorithm for photoelastic stress analysis. OPTICS AND LASERS IN ENGINEERING. vol. 45, pp. 612-617.</p> <p>[5] BALDI A, BERTOLINO F., GINESU F. (2007). Confronto tra alcuni programmi per la correlazione digitale di immagini basati sul principio degli elementi finiti. XXXVI Convegno AIAS (Associazione Italiana Analisi delle Sollecitazioni). Ischia (Napoli). 4 - 8 settembre 2007.</p> <p>[6] BALDI A, BERTOLINO F., GINESU F. (2007). Super-resolution algorithms for digital holography. SEM Annual Conf. Springfield, MA (USA). June 4-6 2007.</p> <p>[7] RAMBU, F. AYMERICH, BERTOLINO F. (2005). Investigation of the effect of damage on the strength of notched composite laminates by digital image correlation. JOURNAL OF STRAIN ANALYSIS FOR ENGINEERING DESIGN. vol. 40, pp. 451-461.</p>
<p><b>Contenuto schematico del corso di insegnamento</b></p>	<p>Il corso si articola in due moduli dedicati rispettivamente alle tecniche per la misura delle deformazioni ed al controllo non distruttivo di componenti meccanici. Nel primo modulo vengono</p>

	<p>esposti i seguenti argomenti: stima dell'incertezza di misura, estensimetria, fotoelasticità, moiré geometrico, interferometria (classica, moiré, speckle, olografica), correlazione digitale di immagini 2D, stereo e 3D. Lo scopo è presentare agli allievi meccanici abituati a ragionare in termini di tensioni (grandezze non misurabili), le tecniche di misura delle deformazioni (grandezze misurabili).</p> <p>Nel secondo modulo vengono esposti i principi e le procedure dei principali controlli non distruttivi superficiali e volumetrici. Il modulo si articola secondo i seguenti argomenti: Breve storia dei CND, il processo di controllo nell'industria, requisiti di accettabilità, la normativa UNI-EN sui CND; radiografia (raggi X e gamma, schema del controllo radiografico, le apparecchiature, generazione dei raggi X, i fenomeni di assorbimento e scattering, la registrazione delle immagini, l'interpretazione dei risultati); il metodo ultrasonico (principi fisici della trasmissione degli ultrasuoni nei corpi, i trasduttori e gli acquisitori ultrasonici, fenomeni di assorbimento e scattering, schema di un'apparecchiatura completa per i controlli ultrasonici nell'industria, calibrazione e stima della dimensione dei difetti); i liquidi penetranti (cenni storici, le sostanze impiegate, schema del processo di controllo con liquidi penetranti, visibilità dei difetti, limiti del metodo); magnetoscopia (principi fisici del metodo, le polveri magnetiche, le variazioni del campo magnetico su un corpo indotte dalla presenza dei difetti, il setup per le prove magnetoscopiche, sensibilità del metodo, metodi di magnetizzazione); cenni sul metodo delle correnti indotte e sulla termografia (principi base, strumentazione e tecniche di esecuzione dell'esame).</p>
<p><b>Obiettivi formativi e risultati attesi (secondo i descrittori di Dublino)</b></p>	<p>Il modulo "Analisi Sperimentale delle deformazioni" si propone l'insegnamento delle tecniche di misura più utilizzate nella pratica industriale: dopo la presentazione tradizionale delle diverse tecniche, gli allievi eseguiranno in laboratorio le misure di deformazione di alcuni semplici componenti meccanici ed esporranno i risultati attraverso delle relazioni scritte nelle quali indicheranno procedimenti ed incertezze delle misure. Al termine del corso gli allievi sapranno scegliere le tecniche più adatte ai casi di maggiore interesse industriale ed eseguire le relative misure, consapevoli delle incertezze associate.</p> <p>Il modulo "Controlli non distruttivi" si propone di fornire alcune nozioni teorico-pratiche di più frequente esecuzione nell'industria. Il forte contenuto applicativo della disciplina trova riscontro nella struttura delle lezioni sia per ciò che concerne l'attività di laboratorio presso il DIMECA e sia per quanto riguarda i contatti con le industrie presso le quali vengono tenuti mini-seminari con esercitazioni pratiche su componenti meccanici reali. Al termine del corso, lo studente avrà assimilato la filosofia dei CND, i principi fisici che li governano e i rudimenti delle tecniche più importanti nel controllo di semilavorati e prodotti finiti. Il corso prevede alcune esercitazioni pratiche di laboratorio durante le quali gli studenti svolgono in prima persona procedure CND su componenti realizzati</p>

	<p>appositamente a scopo didattico. In particolare uno studente del corso saprà certamente eseguire un controllo mediante liquidi penetranti ed una misura spessimetrica con il metodo ultrasonico. Lo studente è sensibilizzato nei confronti dell'importanza dei controlli di qualità non distruttivi in ambito aziendale e conosce i rischi legati all'applicazione pratica delle procedure (per es. è consapevole della potenziale pericolosità di alcuni sistemi di investigazione, quali radiazioni ionizzanti o sostanze tossiche per l'organismo)</p>			
<b>Articolazione del corso</b>		Lez.	Visite	Lab.
	<b>ARGOMENTI DEL CORSO</b>	Attività didattica (ore)		
	Misure estensimetriche.	7		5
	Cenni all'ottica geometrica e all'ottica ondulatoria: polarizzazione, interferometria, diffrazione.	5		
	Fotoelasticità per trasmissione Cenni alla fotoelasticità per riflessione	5		3
	Tecniche di elaborazione digitale delle immagini.	5		
	Moiré geometrico, moiré di proiezione, moiré ombra	5		
	Interferometria moiré, olografica e speckle	5		
	Taratura delle telecamere e stereometria	5		
	Correlazione digitale di immagini 2D e 3D	5		
	Breve storia dei CND, Il processo di controllo nell'industria, requisiti di accettabilità. La normativa UNI-EN sui CND	4		
	Controlli radiografici con raggi X e $\gamma$ .	6	1	
	Il metodo ultrasonico.	6	1	4
	I liquidi penetranti.	5	1	4
	Il metodo delle correnti indotte	2		
	La termografia	2		
	Magnetoscopia.	5	1	4
	Esercitazioni teorico-pratiche (controllo di saldature)	2		2
<b>Totale ore: 100</b>	<b>74</b>	<b>4</b>	<b>22</b>	
<b>Propedeuticità</b>	Fisica e Scienza delle costruzioni (oppure Fondamenti di Costruzioni Meccaniche).			
<b>Anno di corso e semestre</b>	1° anno/ 2° sem.			
<b>Testi di riferimento</b>	<p>[1] A.Ajovalasit, "Analisi sperimentale delle tensioni con gli Estensimetri elettrici a resistenza", ARACNE ed. Srl, Roma, 2006, ISBN 88-548-0486-X.</p> <p>[2] A.Ajovalasit, "Analisi sperimentale delle tensioni con la FOTOMECCANICA: Fotoelasticità, moiré, olografia, speckle, correlazione immagini", ARACNE ed. Srl, Roma, 2006, ISBN 88-548-0615-3.</p> <p>[3] Handbook on Experimental Mechanics , Edited by A.S. Kobayashi, Prentice-Hall, Inc.</p> <p>[4] "Cenni sui Controlli non distruttivi" (dispense preparate dall'ing. Massimiliano Pau, disponibili in formato elettronico e cartaceo). Sono inoltre disponibili sul sito web del DIMECA i lucidi delle</p>			

	lezioni
<b>Modalità di erogazione dell'insegnamento</b>	Tradizionale
<b>Modalità di frequenza</b>	Obbligatoria
<b>Metodi di valutazione</b>	Prova orale
<b>Organizzazione della didattica</b>	100 ore, di cui 74 ore di lezione, 22 ore di laboratorio e 4 ore di visite a laboratori o imprese locali.