

## DynaMat: prove sui materiali in dinamica

Conoscere il comportamento dei materiali in caso di alta velocità di deformazione è fondamentale per poter progettare strutture e elementi in grado di resistere a sollecitazioni quali impatto ed esplosioni. DynaMat, il Centro di competenza interdipartimentale della SUPSI, è specializzato proprio nello studio e la caratterizzazione dei fenomeni dinamici. Attivo in particolare a livello di simulazione numerica e di test sperimentali, DynaMat si avvale della collaborazione tra il Laboratorio Tecnico Sperimentale del Dipartimento Ambiente, Costruzioni e Design e l'Istituto CIM per la Sostenibilità nell'Innovazione (ICIMSI) del Dipartimento Tecnologie Innovative della SUPSI e di tre partner italiani. Il Laboratorio rappresenta un tipico esempio di collaborazione transfrontaliera e offre le sue prestazioni innovative e la sua tecnologia anche ad aziende ed altri centri di ricerca.

Per poter progettare elementi e strutture resistenti a forti sollecitazioni quali violenti urti, terremoti o esplosioni, risulta essenziale conoscere il comportamento dei materiali in caso di deformazione ad alta velocità. A questo scopo è nato DynaMat, il Centro di competenza per la caratterizzazione dei materiali e delle strutture soggetti a carichi dinamici della SUPSI. Come spiega il Dr. Ezio Cadoni, professore SUPSI e responsabile di DynaMat: *“Quando i materiali vengono sottoposti a una sollecitazione dinamica, il loro comportamento e le loro proprietà meccaniche differiscono in modo sostanziale rispetto al regime statico. DynaMat è l'unico laboratorio in Svizzera che si occupa di studiare il comportamento meccanico dei materiali ad alta velocità di deformazione e di verificare la sicurezza delle strutture, tramite simulazioni numeriche e test sperimentali. Grazie alla possibilità di determinare in modo preciso le curve sforzo-deformazione dei materiali in trazione, compressione e taglio in un ampio intervallo di velocità di deformazione, viene aumentata l'efficacia nella progettazione dei prodotti”*.

L'approccio di DynaMat è il seguente: dapprima vengono caratterizzati i materiali. I risultati così ottenuti vengono elaborati all'interno delle leggi costitutive dei materiali stessi. Queste leggi, che rappresentano formulazioni matematiche che descrivono il comportamento dei materiali a diversi tipi



Il team di ricerca di DynaMat. Da sinistra a destra: Daniele Forni, Matteo Dotta e Ezio Cadoni.

di velocità, vengono inserite nei codici di calcolo e in seguito si effettuano la calibrazione e la progettazione. Si procede infine con la verifica strutturale sull'elemento nella realtà, in modo da accertare la correttezza delle ipotesi formulate. Investire nella caratterizzazione dei materiali reali permette un notevole risparmio sui costi di prototipizzazione. In questo modo infatti è possibile ridurre il numero dei test richiesti per ottenere una certificazione, sempre molto onerosi (si pensi alla prova di crash delle auto o a quella di bird-impact degli aeromobili).

*“Il nostro laboratorio offre supporto alla progettazione, allo sviluppo e all'ottimizzazione dei processi di produzione all'industria e ad istituzioni di ricerca. Forniamo inoltre i nostri servizi anche ai numerosi enti che si occupano di calcolo”,* precisa il Prof. Cadoni.

DynaMat nasce dalla collaborazione tra il Laboratorio Tecnico Sperimentale (LTS) del DACD (vedi riquadro), l'Istituto CIM per la Sostenibilità nell'Innovazione (ICIMSI) del Dipartimento Tecnologie Innovative della SUPSI e tre partner italiani: Area3, studio di ingegneria e consulenza; Dynalab, società spin-off del Centro Comune di Ricerca di Ispra; e Polo Scientifico Tecnologico Lombardo S.p.A., azienda pubblico-privata varesina che promuove il trasferimento di tecnologie dall'ambito accademico a quello industriale.

### Il Laboratorio Tecnico Sperimentale (LTS)

Il Laboratorio Tecnico Sperimentale (LTS) del DACD della SUPSI rappresenta un punto di riferimento per gli studenti e per i professionisti del settore della costruzione e delle scienze dei materiali. I suoi filoni di ricerca comprendono in particolare: lo studio del comportamento di strutture realizzate con materiali tradizionali o innovativi attraverso prove meccaniche su elementi in scala reale o attraverso la loro esposizione ad azioni dinamico-impulsive e l'analisi della loro durabilità mediante prove di invecchiamento accelerato; lo sviluppo e l'applicazione di metodi per il rilievo della presenza nell'ambiente costruito di sostanze pericolose per la salute delle persone e per la valutazione della necessità e delle modalità di bonifica; le tecniche di conservazione, restauro e rilievo di beni architettonici e culturali.

## Misure più precise grazie alle barre di Hopkinson modificate

La barra di Hopkinson è un'apparecchiatura molto diffusa per lo studio delle leggi costitutive dei materiali sottoposti a forti sollecitazioni e rappresenta la tecnica più affermata per eseguire le prove di caratterizzazione dei materiali ad alta velocità. *“Le barre di Hopkinson presenti nel nostro laboratorio sono diverse da quelle utilizzate normalmente. La loro principale innovazione è data dal fatto che l'impulso meccanico che sollecita il materiale è generato dal rilascio dell'energia elastica immagazzinata in una barra di acciaio in tensione e non dall'impatto di un proiettile. In questo modo la misurazione della deformazione del materiale risulta più accurata e ripetibile, dato che l'impulso non dipende da numerose variabili legate al proiettile”*, spiega il Prof. Cadoni.

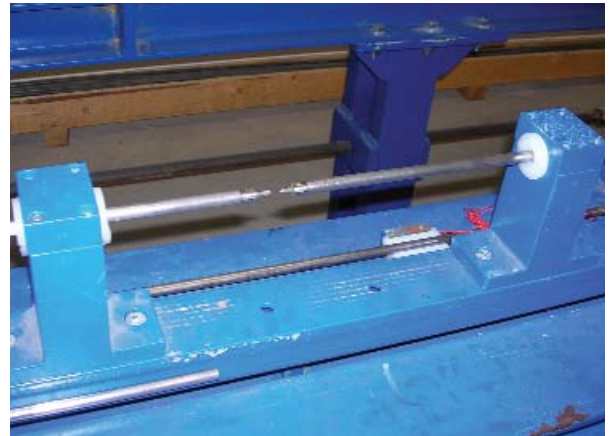
Attualmente DynaMat possiede una innovativa macchina idro-pneumatica e quattro barre di Hopkinson modificate: tre linee sono già operative e sono utilizzate per le prove di trazione, mentre la quarta linea sta per entrare in funzione per le prove di compressione e flessione. Con questa apparecchiatura sono già stati caratterizzati diversi tipi di materiali, tra cui gli acciai utilizzati per i reattori nucleari, i calcestruzzi (sia normali che quelli fibrorinforzati), le leghe di magnesio e di titanio per il settore aerospaziale e i materiali innovativi quali gli “advanced high stress steel” (AHSS).

### ■ I progetti conclusi e quelli in corso

L'équipe diretta dal Prof. Cadoni ha già concluso diversi studi. Il primo aveva come oggetto il ponte Tenza, un ponte ad arco in calcestruzzo armato (120 m di luce) ormai in disuso (della vecchia autostrada Salerno-Reggio Calabria) che deve essere abbattuto per mezzo di cariche esplosive.

#### Alcune altre applicazioni

La caratterizzazione dinamica sui materiali risulta essenziale in numerosi settori: oltre a quelli già citati (edilizia, aerospazio, trasporti, difesa), da segnalare in particolare quello biomedico, per capire in che modo i tessuti biologici (un muscolo, un tendine o una vertebra) rispondono a sollecitazioni di tipo dinamico; quello dello sport e della sicurezza, per migliorare ad esempio i sistemi di protezione attiva e passiva come caschi o airbag e per costruire attrezzature che limitano i danni per il corpo (scarpe, sci, ecc.). Da ricordare infine il settore elettromeccanico (componenti per la sicurezza degli impianti elettrici); quello della produzione di energia (dighe) e quello della protezione civile (per prevenire frane, slavine, smottamenti).



Un provino di acciaio dopo la rottura in una barra di Hopkinson.

Ai ricercatori della SUPSI è stata affidata la caratterizzazione del comportamento dei differenti materiali (calcestruzzi e acciai) che compongono il ponte, in diversi regimi di alta velocità di deformazione, affinché la detonazione non abbia conseguenze sul ponte adiacente che servirà la viabilità secondaria. Il progetto, al quale partecipano prestigiosi partner italiani e statunitensi, è commissionato dalla società AMRA (Analisi e Monitoraggio dei Rischi Ambientali) di Napoli.

I ricercatori della SUPSI si sono inoltre occupati di caratterizzare diversi compositi cementizi ad altissime prestazioni utilizzati sia nell'edilizia e nell'ingegneria civile per il ripristino strutturale di opere stradali e autostradali, sia nel settore della difesa come scudi di protezione contro proiettili o esplosioni. *“Attualmente stiamo studiando i materiali che compongono le lamiere delle auto per un'importante industria automobilistica italiana, in modo da poter valutarne la sicurezza in caso d'impatto”*, conclude il Prof. Cadoni.

#### Informazioni:

Prof. Dr. Ezio Cadoni  
SUPSI  
DynaMat  
C.P. 105  
CH-6952 Canobbio  
Tel. +41 58 666 63 77  
e-mail: ezio.cadoni@supsi.ch; dynamat@supsi.ch

#### Indirizzi web:

SUPSI: [www.supsi.ch](http://www.supsi.ch)  
DACD: [www.dacd.supsi.ch](http://www.dacd.supsi.ch)  
DTI: [www.dti.supsi.ch](http://www.dti.supsi.ch)  
DynaMat: [www.dynamat-centre.com](http://www.dynamat-centre.com)