

Settori di ricerca nei quali opera il dipartimento

In accordo con l'organizzazione interna per sezioni, illustrata nel quadro B.1, i settori di ricerca del Dipartimento sono i seguenti.

- Sezione Architettura.

La sezione, attraverso specifiche collaborazioni interdisciplinari tra i singoli docenti e ricercatori, opera nei due ambiti generali dell'Analisi e documentazione architettonica e urbana e in quella del Progetto dell'architettura e della città.

Nel primo ambito (ICAR 06 Topografia e cartografia, ICAR 17 Disegno, ICAR 18 Storia dell'Architettura) i settori di ricerca prevalenti sono costituiti da rilievo metrico e analisi multiscala e multistrumentale; documentazione e comunicazione dei beni storico artistici architettonici, urbani e paesaggistici; musealizzazione e fruizione dei beni culturali; rilievo archeologico; gestione ed elaborazione delle informazioni cartografiche per la costruzione di banche dati tematiche e non in ambiente GIS, anche open source; costruzione di Geoportali dedicati per la distribuzione delle informazioni on-line; diagnostica morfometrica non invasiva per il restauro e l'analisi sismica; tecniche low cost di fotogrammetria architettonica; rappresentazione virtuale, multimediale in ambito architettonico/archeologico per la fruizione "social" anche a distanza di beni culturali non locali e non facilmente fruibili; sviluppo di algoritmi in ambiente open source di tipo fuzzy, pixel e object oriented in soluzione mista per la classificazione di immagini aeree e telerilevate multibanda e iperspettrali ad alta risoluzione (Ikonos, Quickbird, WorldView2, GeoEye, Pleiades, etc.), per la costruzione di una cartografia tematica (LU/LC) e il change detection direttamente con prodotti GIS ready; studio critico dell'opera architettonica, esaminata nel suo contesto con riferimento alle cause, ai programmi ed all'uso, nelle sue modalità linguistiche e tecniche, nella sua realtà costruita, nei suoi significati.

L'applicazione di tecnologie ICT e la loro sostenibilità, la messa a punto di filiere low cost e speditive, la ottimizzazione di metodiche utili a intervento di diagnosi e restauro hanno costituito le linee guida operative della ricerca. In particolare negli ultimi anni l'avvento delle tecnologie di rilievo laser e il perfezionamento di tecniche fotogrammetriche sempre più accessibili ed economiche in termini di software ed apparati di acquisizione hanno permesso di attivare azioni di conoscenza e comunicazione del nostro patrimonio particolarmente coerenti con le necessità di valorizzazione e conservazione. Ciò è anche avvenuto attraverso significativi progetti di ricerca nazionali e internazionali e accordi e convenzioni con specifici enti gestori del patrimonio (enti pubblici e sovrintendenze).

Sono in corso numerosi progetti e attive diverse convenzioni a livello internazionale e locale tra cui si segnalano Costruzione di una banca dati GIS cartografica dell'area archeologica interessante la Terra di Ninive, Kurdistan Iracheno in collaborazione con CNR-ITABC e Università di Trieste. Accordi di ricerca con strutture del MIbacc per lo sviluppo di nuove soluzioni museali per gestione e fruizione di beni artistico architettonici

Tali attività sono condotte anche all'interno di uno specifico laboratorio di ricerca (Larcom) le cui attrezzature di acquisizione dati e di elaborazione software e hardware consentono una efficace applicazione delle ICT alle azioni di intervento sui Beni Culturali, sulla città, sul paesaggio, sul territorio.

Nell'ambito del progetto dell'Architettura e della città (ICAR 14 Composizione architettonica e urbana e ICAR 19 Restauro) i settori di ricerca riguardano:

RIGENERAZIONI URBANE E RECUPERO DEL PATRIMONIO URBANO MINORE; Progetti di riattivazione di parti di città o ambiti territoriali esistenti caratterizzate da processi di degrado spaziale e architettonico attenti alla qualità dello spazio collettivo e delle specificità insediative con particolare riferimento al territorio regionale delle Marche.

RIGENERAZIONI ARCHITETTONICHE E URBANE; Progetti di risignificazione programmatica e architettonica di edifici o complessi edilizi in cui è possibile un'azione di recupero fisico e spaziale del bene e del suo rapporto con il contesto. Progetti che possono indagare il particolare rapporto fra l'infrastrutturazione e gli spazi della città, con individuazione di nuove funzioni e nuove forme architettoniche.

ABITARE E CONTEMPORANEITÀ Progetti che indaghino le nuove necessità della funzione residenziale, nelle sue diverse scale, dalla dimensione unifamiliare e collettiva all'interno delle attuali questioni della sostenibilità ambientale ed energetica.

RECUPERO DELL'ABITARE MODERNO, Progetti di rigenerazione architettonica e tecnologica dell'ampio patrimonio abitativo esistente proveniente dallo sviluppo urbano "Moderno", caratterizzato dall'espansione periferica delle nostre città e da organismi edilizi che non offrono più standard spaziali e prestazionali adeguati all'abitare contemporaneo.

FORMA E STRUTTURA, Progetti che sperimentino nuovi modelli e morfologie edilizie, anche caratterizzati dalla forte dimensione, a partire dalla qualità del rapporto fra la forma architettonica e invenzione strutturale. Si sviluppa in particolar modo l'attenzione alla componentistica edilizia ed impiantistica intesa come approccio a nuovi modelli sostenibili.

CULTURAL HERITAGE, Progetti di recupero di luoghi sensibili della memoria storico culturale, svolti anche in collaborazione con università straniere e finalizzati alla valorizzazione dei siti specifici di interesse mediante il coinvolgimento e la promozione identitaria dei contesti limitrofi.

RESTAURO ARCHITETTONICO, "Progetti di restauro, conservazione e riuso del patrimonio storico esistente con particolare attenzione al recupero ed al riuso degli edifici storici e moderni soggetti al vincolo delle Soprintendenze BB.AA.PP. del Ministero dei Beni Culturali.

I caratteri progettuali della ricerca indagano nuove necessità della funzione residenziale, nelle sue diverse scale, dalla dimensione unifamiliare e collettiva all'interno delle attuali questioni della sostenibilità ambientale ed energetica; sperimentano nuovi modelli e morfologie edilizie, anche caratterizzati dalla forte dimensione, a partire dalla qualità del rapporto fra la forma architettonica e invenzione strutturale; affrontano recupero di luoghi sensibili della memoria storico culturale, svolti anche in collaborazione con università straniere e finalizzati alla valorizzazione dei siti specifici di interesse mediante il coinvolgimento e la promozione identitaria dei contesti limitrofi; affrontano un'azione di risignificazione programmatica e architettonica di edifici o complessi edilizi in cui è possibile un'azione di recupero fisico e spaziale del bene e del suo rapporto con il contesto. Progetti che possono indagare il particolare rapporto fra l'infrastrutturazione e gli spazi della città, con individuazione di nuove funzioni e nuove forme architettoniche.

Viene fortemente perseguita la dimensione dell'internazionalizzazione anche attraverso progetti di ricerca del Ministero degli Affari esteri (si segnalano La salvaguardia del paesaggio della memoria: il progetto di riqualificazione come strumento per la rinascita della città della storica di Quang Tri in Vietnam. Nuove tecnologie a servizio della conoscenza del patrimonio storico e dello sviluppo dei paesaggi culturali nella provincia di Santa Cruz. Un'esperienza di cooperazione tra Italia e Argentina) All'interno delle tematiche sopra elencate sono già in essere diversi progetti di collaborazione con enti e istituzioni del territorio che si prevede di portare a compimento nell'arco del prossimo triennio. Tra questi si segnalano: vari Comuni del territorio regionale, l'Autorità Portuale di Ancona, la Provincia di Pesaro ed Urbino, L'ERAP di Ancona ecc. oltre a collaborazioni interfacoltà e interateneo.

Inoltre le attività di ricerca si sono costituite due strutture aggregative di ricerca all'interno di articolano ulteriormente tali attività; il progetto Villard de Honnecourt e i laboratori metropolitani.

Il ridotto numero di docenti nella sezione non permette di raggiungere il numero minimo di 4 docenti per ogni settore ai fini della valutazione VQR. Tuttavia la produzione scientifica del gruppo è orientata ad una sempre maggiore conformità ai criteri scientifici di eccellenza attraverso pubblicazioni che nel 2013 sono principalmente avvenute su riviste di fascia A per i diversi settori,

su Atti di convegni internazionali e su volumi scientifici di autorevoli case editrici. E comunque i due gruppi di ricerca hanno contribuito con le valutazioni dei singoli docenti al raggiungimento dei buoni livelli di valutazione della sezione Architettura in Area 08.

- Sezione Costruzioni.

L'area "Architettura Tecnica" svolge attività di ricerca nel campo della Building Science and Technology. Si tratta di studi finalizzati allo sviluppo di tecnologie innovative ed all'ottimizzazione dei componenti considerando prestazioni termiche, igrometriche, meccaniche e di durabilità. Il metodo usato si basa su sperimentazioni su casi di studio reali on-site, test su mock-up, prove di laboratorio su componenti o elementi in scala, simulazioni energetiche e delle prestazioni meccaniche (calibrando i modelli con le misure), analisi tecnologiche anche di tipo storico per interventi di recupero. Gli studi affrontati nel 2013 hanno riguardato 4 ambiti tematici:

1. Sostenibilità: Sviluppo di componenti e strumenti di calcolo sostenibili.

- ottimizzazione delle prestazioni energetiche ed igrometriche dell'involucro edilizio (pareti e coperture), con lo sviluppo e la verifica sperimentale di nuove tecnologie e componenti (PCM, High reflective materials, green technologies, Moisture Buffering, nuove tipologie di cappotto ventilato, pareti filtranti, living walls, nuovi serramenti, facciate continue);

- individuazione di tecnologie sostenibili mediante valutazione comparativa del ciclo di vita di componenti: film low-e per vetrocamere, vari tipi di pareti ventilate, muri solari e schermature.

- implementazione di modelli numerici di tipo termico ed igrometrico attraverso prove sperimentali

2. Durabilità: Sviluppo e verifica sperimentale di tecnologie per la durabilità dei componenti.

- ottimizzazione delle prestazioni di componenti edilizi e materiali attraverso l'applicazione di film e trattamenti nanotecnologici a diversi supporti (vetrocamera, intonaci, travertino, legno);

- durabilità delle prestazioni meccaniche di profilati in pultruso;

- trattamenti per ridurre problemi di biofouling dei componenti edilizi.

3. Sicurezza: Sviluppo di componenti e di strumenti di calcolo per la gestione dell'evacuazione.

- implementazione di modelli comportamentali per l'analisi di processi di evacuazione;

- analisi sperimentale del comportamento di individui durante processi di evacuazione e loro interazione con componentistica edilizia;

- sviluppo di componenti edilizi passivi in grado di orientare durante processi di evacuazione e di componenti interattivi, capaci di comprendere i comportamenti degli individui per aumentare il livello di sicurezza durante e post eventi quali incendi, sismi.

4. Recupero: Sviluppo e sperimentazione di tecnologie durevoli per interventi di recupero.

- sperimentazione in laboratorio di tecniche innovative di rinforzo (FRP, GFRP, fibre di basalto) di elementi strutturali (capriate, volte);

- sperimentazioni on-site su edifici storici finalizzate alla conservazione delle superfici esterne.

Nella valutazione VQR l'area ICAR 10 dell'Università Politecnica delle Marche, rappresentata per intero dal presente gruppo di ricerca, ha ottenuto il punteggio massimo in Italia, attestandosi al primo posto tra gli Atenei italiani, con gran parte dei prodotti classificati come eccellenti e buoni. La sezione si è dunque distinta come polo di eccellenza. Questo risultato è legato a 3 fattori:

- all'anima fortemente multidisciplinare degli studi effettuati, che comprendono sperimentazioni di vario tipo e attività analitiche strettamente connesse alle misure

- all'importanza data all'infrastrutturazione dei laboratori per lo sviluppo delle attività di ricerca

- alla scelta di perseguire ambiti particolarmente qualificati ed internazionali di pubblicazione.

L'area "Produzione Edilizia" esprime competenze nell'ambito delle tecnologie edili, gestione dei processi costruttivi, tecnologie ICT e sistemi di automazione applicati all'edilizia, ed esegue ricerca nel campo delle tecnologie e dei processi costruttivi in edilizia, in un dominio che si estende dallo sviluppo di componenti edili ad alte prestazioni mediante l'utilizzo di materiali innovativi e di

tecnologie per l'automazione, fino alla gestione dei processi costruttivi (*Construction Management*) e del patrimonio edilizio costruito (*Facility Management*).

L'approccio all'innovazione tecnologica è perseguito - nella progettazione e nella prototipazione di soluzioni tecnologiche - mediante l'applicazione delle tecnologie dell'automazione e dell'informazione, e si esplicita negli ambiti di seguito dettagliati.

a) Modellazione Avanzata e Building Intelligence

Sviluppo di architetture distribuite per la simulazione multi-logics e multi-physics di sistemi edilizi ed urbani ad alta complessità. Simulazione di sistemi con intelligenza embedded. Simulazione di sistemi con intelligenza distribuita. Riduzione e calibrazione di modelli su reti di sensori ad alta pervasività. Modellazione di reti logiche e di flusso su larga scala. Modelli comportamentali e ambient intelligence.

b) Componenti Edilizi per Edifici ad Alta Automazione

Progettazione, sviluppo e prototipazione di componenti tecnologici avanzati per edifici ad alte prestazioni con particolare attenzione alla loro complementarietà e/o alla loro integrabilità negli edifici intelligenti (*smart buildings*). Componenti contenenti *Phase Change Materials* (PCM) per il controllo dell'inerzia termica. Finestre a trasmittanza solare variabile.

c) Smart Building Technologies

Sviluppo di soluzioni che impiegano tecnologie a basso costo ("Soft Technologies") e che garantiscano tempi di *paybacks* relativamente brevi. Progettazione di edifici ad alta automazione. Tecniche di controllo adattativo degli edifici. Integrazione di sistemi di sensori e di attuazione a basso costo negli edifici e nelle costruzioni.

d) Automazione dei processi costruttivi - Automation in Construction

Applicazione di tecnologie dell'informazione e dell'automazione alla gestione della fase esecutiva della costruzione, per organizzazione e gestione dei cantieri, gestione della salute e sicurezza dei lavoratori, gestione della qualità e dei controlli tecnici.

e) Modelli di progettazione

Studio e sviluppo di sistemi avanzati di supporto al processo di progettazione edilizia. Sistemi di supporto all'apprendimento della progettazione e sistemi di supporto alla decisione nel processo edilizio. Rappresentazione e gestione della conoscenza tecnica. Estensione ed integrazione del Building Information Model (BIM) nella progettazione collaborativa ed integrata. Interoperabilità dei sistemi software.

Nel triennio precedente la produzione scientifica del gruppo di ricerca ha raggiunto i livelli di qualità richiesti nella valutazione VQR, così come un sufficiente livello di attrazione di risorse mediante finanziamenti europei.

- Sezione Idraulica e Infrastrutture viarie.

L'area "Idraulica" opera intensamente nei settori della Meccanica dei Fluidi in generale, della Idraulica, dell'Idraulica Marittima, delle Costruzioni Idrauliche e Marittime, dell'Idrologia, dell'Idraulica Ambientale e dell'Ingegneria Costiera e Offshore.

Il settore di ricerca più importante è quello dell'Idraulica Marittima a cui si riferiscono anche gli studi di Costruzioni Marittime, Ingegneria Costiera e Offshore. I lavori scientifici più significativi sono quelli relativi all'evoluzione del moto ondoso in acque intermedie-basse e alla conseguente evoluzione idro-morfodinamica della zona costiera. In questo settore il gruppo di ricerca dell'area Idraulica può, a buon diritto, essere considerato uno tra i più produttivi in Italia, e capace di portare contributi significativi alla ricerca mondiale nel settore. Anche se la gran parte degli studi si connotano fortemente come "ricerca di base", le competenze dei ricercatori dell'area Idraulica hanno permesso di sviluppare importanti innovazioni anche di tipo applicativo, con particolare riferimento alla progettazione di opere di difesa costiera e di strutture di tipo offshore (es. condotte sottomarine, piattaforme, ecc.).

Significativa è anche la ricerca sviluppata nel settore della Meccanica dei Fluidi a cui sono strettamente connesse quelle dell'Idraulica e dell'Idraulica Ambientale. Gli studi più importanti sono quelli finalizzati alla comprensione dell'evoluzione di flussi bifase a superficie libera (es. interfaccia aria-acqua) o in pressione (es. flussi gas-fluido in condotte), all'analisi dei fenomeni di interazione fluido-solido (es. impatto fluido-pareti) e ai processi di mescolamento di traccianti (es. inquinanti). Nel campo delle Costruzioni Idrauliche la ricerca si sviluppa nel settore degli acquedotti con studi, anche di tipo sperimentale, relativi alla modellazione delle reti di distribuzione ed alla valutazione dell'affidabilità delle stesse. Nel settore dell'Idrologia vi è un'intensa attività di ricerca nel campo delle acque sotterranee riguardante lo studio dei problemi di flusso e trasporto di soluti nei mezzi porosi eterogenei.

Vista l'esiguità numerica del gruppo di ricerca (2 professori e 4 ricercatori operanti nei settori ICAR/01 e ICAR/02), la produzione scientifica non può essere facilmente quantificata in riferimento ai risultati della VQR 2004-2010. D'altra parte, la quantificazione è semplice se si pensa che ogni membro del gruppo produce, di media, una pubblicazione su rivista scientifica internazionale "tipo ISI-Scopus" all'anno. Utilizzando le categorie di valutazione della VQR questa produzione scientifica può essere classificata come "eccellente".

L'attività di ricerca dell'area "Infrastrutture viarie" si svolge principalmente nel campo dei materiali per le sovrastrutture, con speciale attenzione ai temi legati alla caratterizzazione chimica e meccanica dei materiali bituminosi (leganti modificati e non, additivi e miscele), all'impiego di tecnologie innovative nel campo della sostenibilità ambientale delle infrastrutture (rinforzo delle pavimentazioni e riciclaggio delle miscele bituminose) ed al comportamento delle interfacce nelle pavimentazioni (rinforzate e non). Le sperimentazioni vengono condotte sia in laboratorio sia mediante la realizzazione di stese sperimentali e tronchi pilota, avvalendosi delle più recenti apparecchiature per la caratterizzazione meccanica dei materiali (leganti e miscele bituminose) e delle pavimentazioni. Relativamente alle attività attualmente in corso i principali filoni di ricerca possono essere inquadrati nelle seguenti tematiche teorico-sperimentali:

1. Riciclaggio a caldo di miscele bituminose per impieghi in campo autostradale. Tale argomento, avviato da oltre due anni è finalizzato alla produzione di miscele di conglomerato bituminoso in grado di includere maggiori quantitativi di fresato e garantendo al contempo almeno gli stessi standard prestazionali dei materiali attualmente impiegati. L'approccio adottato a tal fine si avvale degli strumenti teorico-sperimentali più avanzati per la caratterizzazione reologica e meccanica sia dei leganti bituminosi che delle rispettive miscele, con il supporto interdisciplinare derivante dall'impiego di risorse tipicamente impiegate nelle materie di base.
2. Modellazione del comportamento meccanico di materiali bituminosi. Il gruppo di ricerca si pone all'avanguardia a livello internazionale per ciò che concerne la modellazione avanzata del comportamento meccanico di miscele bituminose. A titolo di esempio si citano i notevoli contributi (tuttora oggetto di studio) relativi alla determinazione teorico-sperimentale del coefficiente di Poisson complesso in campo visco-elastico lineare e alla modellazione del comportamento a rottura di interfacce tempo-temperatura dipendenti sollecitate a taglio.
3. Analisi delle prestazioni di pavimentazioni rinforzate. Il gruppo di ricerca coordina le attività di un progetto di ricerca internazionale avente come obiettivo l'individuazione di criteri sperimentali di laboratori volti a prevedere il comportamento in opera derivante dall'impiego di sistemi di rinforzo per le pavimentazioni stradali. A tale proposito sono in corso indagini di laboratorio avanzate con il coinvolgimento di partner internazionali che si avvalgono della realizzazione di tronchi pilota strumentati per la validazione dei modelli ricavati sperimentalmente.

Ulteriori filoni di ricerca attualmente avviati o in fase di pianificazione riguardano l'analisi di miscele riciclate a freddo per l'impiego del fresato negli strati di base e di fondazione, lo studio di additivi per la produzione di conglomerati bituminosi tiepidi allo scopo di ridurre le temperature di produzione e

stesa e la caratterizzazione tecnico-economica di interventi di manutenzione preventiva attraverso un approccio prestazionale innovativo.

Le attività svolte dal gruppo di ricerca hanno ottenuto riconoscimenti a livello internazionale da parte della comunità scientifica sia per il rigore che per l'originalità e la rilevanza dei risultati ottenuti. La qualità delle ricerche svolte dal gruppo di ricerca è testimoniata dal carattere fortemente innovativo delle tematiche affrontate che conferiscono alla produzione scientifica contenuti particolarmente apprezzati dalle più prestigiose riviste scientifiche internazionali ISI-Scopus. Grazie ai risultati conseguiti soprattutto nel corso dell'ultimo decennio i membri del gruppo di ricerca sono spesso invitati a presentare l'esito dei loro studi nel corso di sessioni plenarie di conferenze e workshop tematici.

Tale riscontro è confermato anche dall'esito della VQR 2004-2010 nell'ambito della quale il gruppo di ricerca del SSD ICAR/04 è risultato al primo posto della classifica assoluta nazionale, con notevole distacco rispetto al secondo classificato.

- Sezione Strutture.

L'area "Scienza delle Costruzioni" opera nel settore della Meccanica dei Solidi e delle Strutture. L'attività di ricerca è sia di carattere teorico che pratico e spazia dalla caratterizzazione del comportamento meccanico dei materiali all'analisi delle strutture, operando su scale che vanno dal nanometro al metro e su materiali sia tradizionali che innovativi. La parte teorica è supportata sia da esperimenti in laboratorio che da analisi numeriche svolte mediante programmi di calcolo. In particolare si distinguono i seguenti macro-filoni principali.

1. Dinamica delle strutture.

In quest'ambito si inseriscono le ricerche sulla dinamica di travi e fili con vincoli unilateri, una cui applicazione di interesse ingegneristico è, ad esempio, il problema della posa in opera di tubature offshore. La dinamica è non-lineare ed è governata da problemi del tipo a "frontiera libera".

Nello studio della dinamica di micro-travi, impiegate nella realizzazione di sistemi micromeccanici (MEMS), l'obiettivo è quello di effettuare stime accurate della risposta dinamica dei dispositivi soggetti a disturbi ed imperfezioni, mediante la costruzione di carte di comportamento che rappresentano un'utile strumento per la progettazione.

Nell'ambito della dinamica di sistemi multistrato sono state condotte prevalentemente ricerche di carattere modellistico: sono stati formulati modelli semplificati, attraverso stime asintotiche, che consentono di evitare problemi di instabilità numeriche legati alle differenze geometriche e meccaniche dei vari strati che compongono la struttura "sandwich".

Le strutture sottili sono studiate in relazione ai problemi di instabilità che le caratterizzano. Partendo da una rivisitazione delle idee classiche di instabilità, è stato proposto un approccio basato sul concetto di integrità dinamica, che lega la stabilità a perturbazioni dinamiche finite.

Il comportamento dinamico di strutture in muratura viene studiato invece da un punto di vista prevalentemente numerico implementando il "Non-smooth Contact Dynamics Method": l'analisi è stata applicata in questo caso a strutture antiche, come una chiesa romanica e archi di epoca romana, ed ha fornito utili indicazioni sugli interventi di rinforzo strutturale.

2. Problemi di danneggiamento e collasso di strutture materiali.

Questa tematica riguarda il monitoraggio di strutture attraverso misure dinamiche in tempo reale, anche mediante la tecnica dei "proper orthogonal modes" ed opportune sperimentazioni. Un secondo tema di studio è quello dei metodi variazionali per la frattura e la plasticità basati sulla minimizzazione incrementale di opportuni funzionali energetici basati su energie non-convesse di tipo dissipativo.

3. Vulnerabilità sismica di edifici e centri storici.

Sono stati condotti studi sulla vulnerabilità sismica di vari tipi di strutture, tra le quali i capannoni e le strutture in muratura, sia di tipo monumentale (chiese) che ordinario (edifici). Si è affrontato anche il problema della rischio sismico dei centri storici. Vista la scala del problema, che rende impraticabile

l'analisi meccanica, sono state utilizzate tecniche di indagine speditiva. Quelle esistenti sono state rivisitate per tener conto della presenza di grotte, di torri, di cortili interni, ecc.

4. Studio di nuovi materiali per l'impiego strutturale.

Questo filone di ricerca è volto allo studio e alla modellazione di materiali cosiddetti “non-convenzionali” per impieghi strutturali, rientrando sotto questa denominazione sia materiali innovativi che materiali esistenti utilizzati in maniera e contesti innovativi.

Un primo studio riguarda l'utilizzo del bamboo come materiale strutturale ed è stato focalizzato sulle analisi di stabilità e sulla corretta redazione ed interpretazione di prove sperimentali. Altre ricerche nel medesimo ambito riguardano strutture realizzate in cartone piegato, che è stato oggetto di studi sia teorici-modellistici che sperimentali.

5. Meccanica dei materiali elettroelastici.

Si studia la caratterizzazione del comportamento meccanico di materiali capaci di deformarsi in presenza di azioni di tipo non meccanico, con particolare attenzione alle azioni di tipo elettromagnetico. Le applicazioni riguardano la sensoristica intesa nel senso più generale: il fine ultimo di questa filone di ricerca è di collegare le informazioni che provengono dalla Fisica dello Stato Solido, con le informazioni “macroscopiche” misurabili su manufatti che hanno dimensioni dell'ordine dei centimetri. La ricerca ha essenzialmente riguardato gli effetti macroscopici della microstruttura mediante metodi classici della Elasticità Non Lineare di cristalli con energie non convesse ed è stata prevalentemente applicata ai materiali Ferroelettrici, precursori tecnologici dei materiali piezoelettrici. Più recentemente ci si è orientati allo studio dei “Cristalli Scintillatori” allo scopo di caratterizzarne le proprietà mediante tecniche non invasive. Quest'ultimo ambito appare di notevole interesse sia per l'uso che di questi cristalli viene fatto nei vari esperimenti svolti presso il CERN di Ginevra, sia per le promettenti ricadute in campo biomedicale.

La produzione scientifica del gruppo, che si colloca essenzialmente su riviste scientifiche internazionali ISI-Scopus, è di notevole valore, sia per quantità che per qualità. In termini di quantità, il gruppo ha probabilmente, nel suo complesso, il maggior numero di pubblicazioni rispetto agli altri gruppi del Dipartimento. La qualità dei lavori è testimoniata sia dalla riconosciuta qualità della collocazione editoriale, sia dal numero di citazioni ricevute e certificate da Scopus o ISI.

La lettura degli esiti della VQR suggerisce un quadro non omogeneo all'interno del gruppo. Infatti a fianco di punti di forza (rappresentati per esempio da ricercatori che hanno 7 prodotti con valutazione pari a 1), sono anche emerse aree di miglioramento, con ricercatori che non hanno raggiunto il numero minimo di prodotti richiesti. Nonostante questi fatti, che hanno comportato una corsa ad handicap, il gruppo si è posizionato in maniera onorevole. Alle criticità ricordate è già stato posto rimedio.

L'attività di ricerca dell'area “Tecnica delle Costruzioni” riguarda l'ambito strutturale delle opere dell'Ingegneria Civile e comprende sia argomenti a carattere teorico che sperimentale. In particolare si distinguono i quattro seguenti macro-filoni di ricerca.

1. Ingegneria sismica

L'attività di ricerca in questo settore comprende diversi argomenti di grande attualità, data la rilevanza del problema della mitigazione del rischio sismico sia a livello nazionale che internazionale. In particolare, l'attività di ricerca è rivolta allo studio del comportamento sismico di strutture tradizionali in c.a., così come di strutture in acciaio, di strutture dotate di tecniche innovative di protezione sismica (isolamento alla base e controventi dissipativi) e di viadotti a più campate con e senza isolamento. Particolare attenzione è posta anche al problema della valutazione della vulnerabilità sismica degli edifici esistenti, anche tramite analisi probabilistiche avanzate, e del loro rinforzo tramite tecniche tradizionali e innovative (isolamento alla base, controventi dissipativi e torri dissipative poste in adiacenza alla struttura). Infine, sono stati sviluppati metodi e modelli per la valutazione degli effetti dell'interazione terreno-fondazione-struttura nella risposta sismica sia di edifici che di ponti.

2. Impalcati da ponte

Il gruppo di ricerca ha maturato un'ampia esperienza nell'analisi delle travi composte acciaio-calcestruzzo con modellazioni analitiche e numeriche avanzate agli elementi finiti. I modelli, che tengono conto della deformabilità della connessione, della deformabilità a taglio delle componenti strutturali nonché dell'effetto shear-lag, sono usati per lo studio delle sequenze costruttive (getti frazionati e controllo della fessurazione della soletta), considerando anche gli effetti della viscosità e del ritiro. Sulla base dei risultati ottenuti con le procedure più avanzate, sono stati messi a punto metodi semplificati per l'analisi degli impalcati da ponte e per la valutazione dello stato tensionale di riferimento per la verifica a fatica dei ponti a sezione composta acciaio-calcestruzzo. Infine, sono oggetto dell'attività di ricerca anche le travi in cemento armato e precompresso, per le quali sono stati sviluppati modelli di danneggiamento per lo studio dell'efficacia dell'impiego di materiali compositi.

3. Strutture in muratura

La ricerca in questo settore include la modellazione e l'analisi delle strutture in muratura, sia di tipo storico che moderne. La ricerca affronta lo studio dei pannelli soggetti a forze di taglio e delle volte tradizionali in parete sottile in muratura, facendo ricorso sia a valutazioni numeriche che sperimentali. Per la muratura moderna si studia il comportamento non lineare di pannelli soggetti a forza assiale e taglio. In aggiunta l'impiego di materiali compositi nel rinforzo delle strutture in muratura costituisce un ulteriore filone di questo macro-filone di ricerca.

4. Attività sperimentale

L'unità di ricerca ha maturato numerose esperienze nell'esecuzione di prove sperimentali su materiali e di prove di carico su strutture in scala e/o in vera grandezza (solai, impalcati, ponti). Si eseguono inoltre prove non convenzionali su elementi strutturali (pannelli sandwich, nodi trave colonna, pali di fondazione) e strutture reali per caratterizzarne il comportamento statico, dinamico e a rottura. Particolare importanza riveste inoltre l'attività svolta nell'ambito delle prove dinamiche di laboratorio e in situ (prove di impatto e di rilascio e prove di vibrazione ambientale) e delle successive analisi di identificazione dei parametri modali per mezzo di procedure EMA (Experimental Modal Analysis) e OMA (Operational Modal Analysis). Con queste metodologie di indagine sono state condotte significative esperienze nella caratterizzazione dinamica di edifici esistenti da sottoporre ad interventi di adeguamento sismico.

Le attività svolte dal gruppo di ricerca nell'ambito dei temi di ricerca sopra descritti ha prodotto numerose pubblicazioni sia su riviste internazionali ISI-Scopus, a testimonianza della qualità dell'originalità e della rilevanza della ricerca svolta, sia su atti di convegni internazionali e nazionali. La qualità dell'attività di ricerca è confermata anche dall'esito della VQR 2004-2010 nell'ambito della quale il gruppo di ricerca ICAR/09 è risultato al primo posto con il 100% dei prodotti giudicati eccellenti (punteggio 1).

Obiettivi di ricerca pluriennali

Il Dipartimento si propone di mantenere, e se possibile incrementare, i lusinghieri risultati ottenuti nella VQR 2004-2010, favorendo in particolare:

- le pubblicazioni di qualità, da intendersi come qualità dei contenuti e qualità della collocazione editoriale;
- le collaborazioni interdisciplinari, sia all'interno del Dipartimento che all'esterno;
- lo studio di argomenti innovativi non ancora affrontati dai membri del Dipartimento, soprattutto in relazioni alle tematiche individuate come rilevanti dagli organismi internazionali (Horizon 2020, ERC, ERA-NET, NSF, ecc.);
- lo sviluppo dell'internazionalizzazione, mediante collaborazioni scientifiche, scambio di ricercatori, attrazione di giovani studiosi, partecipazione a conferenze internazionali, ecc.;
- coinvolgimento di membri del Dipartimento presso organi promotori/gestori di ricerca a livello internazionale e nazionale;

- lo sviluppo di procedure e processi di connessione tra la ricerca di base e applicata e l'implementazione tecnologica dei risultati della ricerca,
- la disseminazione diretta (es. incontri, dibattiti, ecc.) delle conoscenze acquisite e delle capacità disponibili verso utenti del territorio.

Più in dettaglio, gli obiettivi del Dipartimento sono:

1) *Qualità della ricerca*

- **Strategie** - La qualità della ricerca verrà perseguita in termini di significatività, stabilità e chiarezza degli obiettivi scientifici di medio e breve termine. Questo verrà raggiunto mediante la definizione di procedure e modus operandi interni ai diversi gruppi di ricerca che garantiranno sinergie ed economie di scala, nonché condivisione di obiettivi e risultati. Il numero di pubblicazioni su rivista dovrà essere incrementato in rapporto alle pubblicazioni su congressi e convegni. Sarà principalmente curato il parametro relativo alle citazioni, da un lato, attraverso un'azione volta alla disseminazione dei risultati della ricerca tramite la partecipazione a congressi ed alla diffusione mediante il canale web, e dall'altro, attraverso la mobilità sia in uscita che in entrata.
- **Monitoraggio** - verifica del mantenimento di una produzione media per membro del dipartimento pari ad una pubblicazione all'anno su rivista scientifica, di tipo internazionale "ISI-Scopus" per i settori bibliometrici, e di una rivista in classe A, o tre pubblicazioni (riviste o monografie) altrimenti classificate, secondo la classificazione ANVUR del 18/02/2014 per i settori non bibliometrici.

2) *Attrazione di risorse*

- **Strategie** - Le attività volte all'attrazione delle risorse verranno organizzate secondo quattro principali linee di azione:
 - a) *Miglioramento dell'immagine del Dipartimento come centro di eccellenza per la ricerca negli ambiti di pertinenza* – Il Dipartimento si pone l'obiettivo strategico di migliorare la propria immagine di centro di eccellenza per la ricerca di settore mediante azioni volte al coordinamento ed al miglioramento della comunicazione di prodotti della ricerca, al fine di migliorare l'efficacia della disseminazione e la credibilità di ogni singolo gruppo di ricerca.
 - Sarà migliorata la strutturazione in gruppi di ricerca ben identificabili, la documentazione del quadro delle competenze offerte, e delle esperienze accumulate dai ciascuno di essi.
 - Sarà rivista e migliorata la qualità della comunicazione scientifica attraverso i canali complementari alla divulgazione ufficiale, quali il web e la stampa, ed attraverso azioni esplicite e coordinate volte al coinvolgimento dei principali detentori di interesse (dicasi amministrazioni pubbliche e responsabili di impresa).
 - b) *Accesso ai finanziamenti Nazionali* - Il dipartimento prevede di migliorare l'attività di partecipazione ai bandi di ricerca nazionali sia attraverso la promozione di proposte di ricerca autonome che attraverso una esplicita e coordinata azione di promozione delle proprie competenze nei gruppi interuniversitari di ricerca che di volta in volta verranno a crearsi.
 - c) *Accesso ai finanziamenti Europei* - Il dipartimento prevede di incrementare l'attività di partecipazione a call europee attraverso una esplicita e coordinata azione di promozione delle proprie competenze consolidate nei meeting di informazione e coordinamento organizzati dalla UE, in accordo con le direttive e le azioni previste dall'Università. Il dipartimento agirà inoltre al fine di armonizzare le azioni intraprese dai singoli docenti mediante una strutturazione ed un coordinamento del *placement* internazionale dei singoli gruppi.
 - d) *Accesso a finanziamenti privati* – L'accesso ai finanziamenti privati verrà migliorato attraverso una maggiore presenza nelle assemblee ed associazioni che coinvolgono i principali detentori di interesse negli ambiti di pertinenza del dipartimento ed attraverso una formulazione chiara ed economicamente sostanziata delle modalità di accesso alle risorse della ricerca presenti in dipartimento. Sarà migliorata la documentazione per l'accesso alle due forme principali di collaborazione con privati:

- *Ricerca finalizzata di breve periodo* – Attraverso convenzioni e/o consulenze.
- *Ricerca metodologica di medio periodo* – Attraverso borse di dottorato cofinanziate.

a) **Monitoraggio**

- a) **Obiettivo 2a** - verifica periodica dell'aggiornamento del sito web per ogni area e/o sezione relativamente alla produzione scientifica (aggiornamento delle pubblicazioni) e alla descrizione delle specifiche competenze (attività, attrezzature).
- b) **Obiettivi 2b, 2c, 2d** – verifica del numero di domande per l'accesso ai finanziamenti e valutazione dell'andamento rispetto all'anno precedente; verifica del mantenimento o superamento di un valore totale medio annuale di fondi ottenuti pari a 250.000 €.

3) *Mobilità ed Internazionalizzazione*

- **Strategie** – Si prevede di effettuare visite di studio al fine di rafforzare la collaborazione scientifica con gruppi che lavorano su temi strategicamente rilevanti per le finalità proprie della ricerca. Si prevede inoltre di invitare colleghi che lavorano in ambiti affini al fine di incrementare il livello di riconoscibilità della produzione scientifica, così come la chiarezza l'articolazione delle problematiche affrontate. Il livello di internazionalizzazione verrà rafforzato sia incrementando il numero delle collaborazioni sia mediante la definizione di procedure atte a istituzionalizzare e condividere il *placement* internazionale dei gruppi di ricerca. Ulteriori obiettivi da perseguire, al fine di sancire una concreta sinergia con gruppi di ricerca stranieri, sono quelli di incrementare il numero di pubblicazioni scientifiche preparate in collaborazione con co-autori internazionali, di organizzare tesi di dottorato in cui partecipi anche un co-tutor straniero, e di favorire l'organizzazione presso la nostra sede di rilevanti conferenze internazionali.
- **Monitoraggio** - verifica del mantenimento o incremento, rispetto all'anno precedente, del numero di azioni che favoriscono la mobilità (progetti COAST, visiting internazionali); verifica del mantenimento o incremento del numero di pubblicazioni scientifiche o proposte di ricerca in collaborazione con ricercatori internazionali.

4) *Alta Formazione*

- **Strategie** - Il carattere internazionale della formazione offerta ai dottorandi e specializzandi afferenti alla sezione dovrà essere incrementato. Questo potrà essere fatto favorendo periodi significativi di permanenza all'estero degli studenti presso gruppi di ricerca con cui si ha riconosciuta collaborazione. Il supporto economico dovrà essere ottenuto attraverso l'accesso a specifici canali di finanziamento della mobilità oppure ricorrendo alle risorse disponibili a ciascun gruppo di ricerca.
- **Monitoraggio** - verifica del mantenimento o incremento dell'ammontare dei mesi impiegati all'estero da parte di dottorandi o laureandi rispetto all'anno precedente.

5) *Impatto sul territorio* – Il dipartimento prevede il miglioramento del proprio grado di impatto sul territorio. Questo obiettivo sarà perseguito attraverso due principali linee di azione:

- *Disseminazione dei risultati* – Saranno pianificate attività di coordinamento e valorizzazione delle azioni di disseminazione dei risultati attraverso la partecipazione a tavoli tecnici e/o strategici indetti da associazioni private e dall'amministrazione pubblica. Verranno creati strumenti e stabilite forme di comunicazione efficaci dei prodotti, delle potenzialità e delle competenze dei vari gruppi di ricerca ai fini della partecipazione ad ambiti di competenza multidisciplinare. Verrà migliorata la comunicazione del dipartimento come struttura di coordinamento e supporto alle azioni dei singoli docenti.
- *Trasferimento tecnologico* – Il trasferimento tecnologico verrà perseguito direttamente attraverso la partecipazione ad eventuali spin-off universitari nonché indirettamente, attraverso il miglioramento delle azioni di promozione al fine della collocazione nelle aziende del territorio dei propri dottorandi, ed assegnisti. In particolare le azioni operate dai singoli professori verranno coordinate e verrà definito un sistema di comunicazione e valorizzazione delle competenze acquisite dagli studenti dei corsi di dottorato.
- **Monitoraggio**

- a) **obiettivo 5a** - Pubblicazione sul sito web del Dipartimento di “selected papers”, premi, “International awards”, riconoscimenti, “invited lectures”.
- b) **obiettivo 5b** - verifica del mantenimento o incremento, rispetto all’anno precedente, del numero di borse e assegni di ricerca cofinanziati, spin-off e brevetti.