



MINISTERO DELL'ISTRUZIONE, DELL'UNIVERSITA' E DELLA RICERCA

Programmi di ricerca cofinanziati - Modello E Relazione scientifica conclusiva sui risultati di ricerca ottenuti - ANNO 2007 prot. 20079F43MH

1. Area Scientifico Disciplinare principale	<i>08: Ingegneria civile ed Architettura</i>
2. Coordinatore Scientifico del programma di ricerca	<i>FIANCHINO Corrado</i>
- Università	<i>Università degli Studi di CATANIA</i>
- Facoltà	<i>Facoltà di INGEGNERIA</i>
- Dipartimento/Istituto	<i>Dip. ARCHITETTURA E URBANISTICA</i>
3. Titolo del programma di ricerca	<i>MATERIALI, PROCEDIMENTI COSTRUTTIVI E PROGETTI INNOVATIVI PER LA COMPATIBILITA' E SOSTENIBILITA' AMBIENTALE.</i>
4. Settore principale del Programma di Ricerca:	<i>ICAR/10</i>
5. Costo originale del Programma:	<i>124.600 €</i>
6. Quota Cofinanziamento MIUR:	<i>50.000 €</i>
7. Quota Cofinanziamento Ateneo:	<i>21.429 €</i>
8. Finanziamento totale:	<i>71.429 €</i>
9. Durata:	<i>24 mesi</i>

10. Obiettivo della ricerca eseguita

Gli obiettivi della ricerca rientrano globalmente nella problematica generale della compatibilità e sostenibilità ambientale, attraverso approcci diversificati tra le diverse unità. Da una parte, l'unità di Padova aveva obiettivi riguardanti la valorizzazione dell'uso dei materiali lapidei caratteristici di un dato contesto ambientale e finalizzato al mantenimento dell'immagine dei materiali tradizionali e al miglioramento ambientale attraverso il riciclaggio dei fanghi di lavorazione. Per un'altra unità, quella di Bologna, la ricerca aveva come finalità la individuazione di particolari vulnerabilità energetiche e sismiche derivanti dal processo di realizzazione e trasformazione del patrimonio insediativo nel contesto territoriale emiliano; lo sviluppo, attraverso strumenti informatici di soluzioni e scelte progettuali coerenti con la sostenibilità ambientale e la elaborazione di proposte di linee guida per la riqualificazione energetico ambientale. Per l'altra unità, quella di Catania, la ricerca puntava alla sperimentazione di materiali innovativi per la schermatura dalle onde elettromagnetiche; alla individuazione di soluzioni climatiche naturali nei vari contesti ambientali e lo sviluppo di modelli di riferimento progettuale con capacità di controllo delle prestazioni energetiche.

11. Descrizione della Ricerca eseguita e dei risultati ottenuti

La ricerca si è conclusa con il sostanziale raggiungimento dei principali obiettivi previsti dalle tre unità.

Per quanto riguarda l'Unità di Bologna le fasi di ricerca svolte nel corso del biennio si sono articolate in un programma operativo concernente la valutazione degli interventi di riqualificazione ambientale sul patrimonio insediativo esistente, in specifici ambiti di studio del territorio regionale. L'analisi delle strutture edilizie ha riguardato, da un lato, la lettura tipologica delle componenti morfologiche, spaziali-distributive e costruttive di specifici organismi insediativi individuati come casi di studio, dall'altro, il confronto con le strumentazioni procedurali e normative concernenti le diverse implicazioni connesse: all'adeguamento tecnologico-ambientale a livello esigenziale-prestazionale; alla compatibilità dei criteri d'intervento e delle relative soluzioni tecniche proposte con l'assetto tipologico degli edifici esaminati; all'effettiva trasformabilità e adattabilità delle configurazioni spaziali e costruttive.

Una specifica fase di ricerca ha riguardato l'analisi di strutture insediative appartenenti al patrimonio storico di edilizia residenziale sociale nel contesto urbano bolognese. In rapporto alle trasformazioni del contesto costruito, le proposte di riqualificazione ambientale sul patrimonio insediativo storico investono, pertanto, l'organismo edilizio visto come elemento della strutturazione urbana. Nello sviluppo insediativo, si evidenzia così una progressiva apertura e frammentazione delle maglie urbane, a partire dai primi isolati "a corte", per giungere alle configurazioni "a stecca" di unità tipologiche "in linea", sostanzialmente svincolate da un preciso riferimento alla strutturazione di percorsi urbani. In rapporto alle trasformazioni del contesto costruito, le proposte di riqualificazione ambientale del patrimonio insediativo-storico investono, pertanto, l'organismo edilizio visto come elemento di strutturazione urbana. Nella valutazione delle soluzioni di adeguamento tecnologico-ambientale, l'articolazione costruttiva e spaziale-funzionale delle zone di strutturazione architettonica dell'involucro viene specificamente organizzata in relazione: alle scelte dei materiali di base per la costituzione degli elementi di chiusura opachi e trasparenti; allo studio delle interazioni aggregative tra elementi tecnologici e sistema strutturale, con particolare riferimento alla risoluzione delle nodalità critiche tra gli elementi di fabbrica e delle unioni tra singoli elementi costruttivi; all'organizzazione funzionale degli ambiti spaziali interni e di filtro tra interno ed esterno.

La ricerca, oltre all'acquisizione di dati conoscitivi su questo patrimonio insediativo, si è indirizzata verso la valutazione di specifici elementi costitutivi dei tipi edilizi, in modo da definire criteri d'intervento corrispondenti a un miglioramento delle prestazioni energetico-ambientali, in rapporto ai gradi di trasformabilità degli organismi edilizi, degli impianti spaziali e dei sistemi costruttivi. La ricerca sul patrimonio di edilizia sociale ha specificamente analizzato, i comparti edilizi ricompresi in aree urbane, con particolare riferimento alla tipologia delle "Popolarissime", presenti nel contesto della prima periferia urbana di Bologna e Rimini. In tali comparti la ricerca ha approfondito alcuni casi di studio, attraverso la rappresentazione di scenari di progetto caratterizzati da una gradualità crescente delle ipotesi di trasformazione e dei relativi impatti.

In tale ambito, l'insieme dei possibili scenari di trasformazione concorre alla definizione di una temporalità e scalarità delle fasi costruttive degli interventi, accorpabili in pacchetti o suddividendo il singolo in più azioni. Nell'ambito della riqualificazione dell'edilizia residenziale sociale a Bologna, sono state approfondite anche le esperienze dell'INA Casa, con specifico riferimento al Villaggio Due Madonne e al quartiere Cavedone; esperienza ispirata a ricercare una risposta alle istanze tipologiche e abitative connesse ai nuovi bisogni sociali mediante una ottimizzazione delle soluzioni architettoniche e costruttive. Lo studio ha permesso di ricostruire le genesi dei progetti e di effettuare una analisi sulla matrice costruttiva degli edifici, estesa fino alla definizione dei dettagli e dei processi di messa in opera. La seconda fase della ricerca ha invece riguardato la formulazione di ipotesi di intervento di riqualificazione edilizia e restauro architettonico.

Un ulteriore settore di indagine sul patrimonio edilizio esistente ha preso in considerazione edifici appartenenti alle diverse fasi dell'edilizia sociale a Bologna dagli inizi del '900 fino agli anni '70 del secolo scorso. Attraverso ricerche d'archivio e bibliografiche si è strutturato un percorso conoscitivo teso alla evidenziazione delle caratteristiche costruttive. La base dati ottenuta, oltre a costituire una utile fonte di informazioni per successive e dettagliate verifiche sulla sicurezza, ha permesso di mettere in evidenza anche il carattere di sperimentazione dell'architettura sociale bolognese del XX secolo, una sperimentazione che è parsa in molti casi all'avanguardia rispetto alle coeve realizzazioni di edilizia residenziale privata. È stato possibile, inoltre, verificare il grado di trasformabilità di tali architetture attraverso accorgimenti che, oltre a dotare tale patrimonio di un più aggiornato consumo energetico, giungesse ad una riqualificazione architettonica complessiva potendo ottenere, al contempo, una maggiore sicurezza sotto le azioni sismiche. La ricerca ha evidenziato due diverse modalità di prestazione strutturale nei confronti delle azioni sismiche in relazione alle differenti soluzioni costruttive utilizzate: nel caso della strutturazione in muratura si assiste ad una maggiore variabilità con spiccata dipendenza di questi dai tipi architettonici; per gli edifici in cemento armato si è, invece, rilevata una minore variabilità, con sostanziale indipendenza dalla soluzione tipologica utilizzata. In conclusione, dallo studio emerge una stretta relazione tra tipo architettonico e prestazione strutturale per gli edifici in muratura: ciò potrebbe dipendere dalla stretta connessione tra soluzione distributiva e concezione costruttiva di questi edifici; per gli edifici in c.c.a, invece, non emerge una chiara relazione tra prestazione strutturale e tipo architettonico, dato che evidenzia una sorta di indipendenza tra aspetti distributivo-funzionali e tecnico-costruttivi. I risultati vengono ritenuti assolutamente soddisfacenti rispetto alle istanze poste in sede di programma della ricerca.

Nell'ambito della ricerca sui criteri d'intervento nel patrimonio insediativo esistente, uno specifico indirizzo di studio ha riguardato il recupero funzionale dell'edilizia storica nel contesto appenninico bolognese.

Nel quadro delle diverse soluzioni di adeguamento tecnologico-ambientale per il recupero energetico, occorre distinguere tra nuova edificazione e interventi sull'edilizia esistente, nei quali il problema prioritario è costituito dalla conservazione integrale dell'edificio. Il territorio sul quale si è proceduto all'identificazione e localizzazione di tali tipi è quello della dorsale Appenninica occidentale della Provincia di Bologna, in particolare delle vallate dei Fiumi Samoggia, Reno e Setta. Gli edifici identificati in tale fase della ricerca erano già classificati come Beni Culturali Immobili nei rilevamenti condotti per conto della Soprintendenza alle Gallerie (1970-75) e dell'Istituto per lo Sviluppo Economico dell'Appennino (2005/10). Su una campionatura di questi edifici sono state formulate le ipotesi di congruità, in caso di intervento edilizio di recupero con conservazione o trasformazione d'uso, tra i criteri derivanti dalle procedure del Restauro architettonico e quelli specificamente propri delle tecnologie di recupero energetico, nella fattispecie attraverso sistemi fotovoltaici e/o microeolici. Sono due, pertanto, gli aspetti sviluppati in questo settore di ricerca: il primo considera il grado di trasformabilità compatibile dell'edificio, nel rispetto "sostanziale" dei caratteri tipologici, materici e costruttivi, al fine di inserire gli elementi tecnici necessari all'ottenimento di quanto ipotizzato. Il secondo esamina il sistema tecnico di captazione energetica - in particolare per quello microeolico - realizzato secondo un criterio di "compatibilità" con il tipo architettonico sul quale è possibile prevederle l'inserimento. Per quanto riguarda il recupero energetico attraverso il fotovoltaico, i pannelli attualmente in produzione possono variare in relazione all'efficienza, ma non variano significativamente per quanto riguarda la forma; si è esaminata, pertanto, la compatibilità tipologica di superfici a pannelli poste in opera su edifici storici sotto l'aspetto della "percezione formale" dell'insieme, e della risultante congruità ambientale. Il sistema costruttivo e funzionale che meglio sembra rispondere all'esigenza di collocare un impianto tecnico per la produzione energetica da vento sembra essere, all'attuale stadio della ricerca, il comignolo, struttura ampiamente presente nell'edificato edilizio di base. Con riferimento ai diversi ambiti tipologici e costruttivi analizzati è stato svolto, inoltre, uno studio specifico delle prestazioni termiche su un ampio ventaglio di edifici residenziali - rispondenti a tipologie abitative e costruttive diversificate - mettendo in comparazione l'incidenza percentuale di ciascun aspetto energetico rispetto alle dispersioni totali presenti. L'analisi si è concentrata sullo studio delle dispersioni termiche (kW) e sulle caratteristiche direttamente dipendenti dai diversi tipi edilizi e costruttivi. I risultati ottenuti sono stati organizzati secondo un database schematico, dal quale è possibile evincere: - la forte influenza dei ponti termici relativi a pilastri e nodi solaio interno-parete esterna per le strutture con telaio in c.c.a (15-12%); la prevalenza delle dispersioni relative alle strutture opache esterne non coibentate per gli edifici storici; l'influenza dell'orientamento sulla quantità di perdite di calore, dipendente soprattutto dallo sviluppo più o meno longitudinale dell'edificio stesso (massima per la tipologia in linea e minima per quella a torre), ecc. Tale studio assume particolare importanza, individuando, caso per caso, la rispondenza che ciascun fabbricato mostra rispetto ai requisiti imposti dalla normativa vigente, suggerendo così una scala di priorità nel caso si decidesse di procedere effettivamente ad interventi di recupero in chiave energetico-ambientale del patrimonio residenziale.

In relazione ai diversi ambiti di studio individuati, relativi a differenti destinazioni funzionali, si rileva che l'adeguamento energetico del patrimonio edilizio esistente coinvolge, necessariamente, interventi sui sistemi di erogazione/distribuzione dell'energia, spesso correlati con le caratteristiche strutturali dell'edificio. Le indagini condotte su alcuni edifici esistenti hanno mostrato la necessità di una rivisitazione completa degli impianti, dovuta non solo alla obsolescenza dei materiali (generatori, tubazioni, terminali, ecc) che ne pregiudica il corretto funzionamento e determina bassissimi rendimenti, ma anche per la necessità, (imposta anche dalle normative nazionali e regionali in tema di risparmio energetico) di sfruttare sistemi di generazione più efficienti (i.e. caldaie a condensazione) o che utilizzano fonti energetiche rinnovabili (solare termico, biomasse, pompe di calore, ecc.). In tale prospettiva le analisi energetiche sono state finalizzate, da un lato, alla corretta valutazione di quegli interventi di adeguamento tecnologico ed impiantistico in grado di costituire soluzioni conformi per l'applicazione ad analoghe categorie tipologiche, dall'altro, alla possibilità di utilizzare fonti alternative o risorse presenti in uno specifico contesto ambientale.

Per quanto riguarda l'Unità di Catania la ricerca si è svolta sviluppando i filoni individuati.

L'impostazione dello stato dell'arte sui modelli spontanei di raffrescamento e riscaldamento passivi che ha riguardato lo studio dei diversi principi per la climatizzazione naturale a partire dall'esame degli archetipi delle tradizioni costruttive proprie dei diversi ambiti geografici, ha portato ad individuare i rispettivi modelli di funzionamento. Si sono esaminati anche organismi edilizi contemporanei che prevedono soluzioni di climatizzazione naturale. Tale impostazione ha favorito lo sviluppo degli archetipi costruttivi appartenenti alle varie aree geografiche da modelli spontanei a modelli progettuali contemporanei. Il passaggio è stato effettuato utilizzando la metodologia dei "Pattern" di C. Alexander. Si sono così organizzati veri e propri modelli progettuali per la sostenibilità ciascuno dei quali è strutturato come un "Pattern". Il Pattern è definibile come un principio di progettazione che si riferisce a un problema ricorrente e ne descrive la soluzione (in genere traendo spunto dall'esperienza o da archetipi profondamente radicati nella cultura costruttiva) in modo tale che sia possibile adottarla più volte senza mai realizzarla allo stesso modo.

L'applicazione di questa metodologia dei "Pattern", tra l'altro molto utilizzata nel settore dell'ingegneria dell'informazione, ha permesso la elaborazione di una serie di soluzioni progettuali sostenibili applicabili alla progettazione di edifici che tengono conto delle problematiche relative al contenimento dei consumi energetici. È stato così pubblicato un manuale pratico per la progettazione edilizia sostenibile (G. Sciuto, "MODELLI PROGETTUALI PER LA SOSTENIBILITÀ EDILIZIA", Ed. ANABIBLO srl, Roma, 2010). Esso contiene una serie di modelli progettuali, organizzati come veri e propri "Pattern" con Introduzione, che riguarda la esplicitazione o definizione del concetto che si vuole esaminare e collocandolo nella scala gerarchica come completamento di altri a scala maggiore corredato da eventuali immagini che mostrano esempi già realizzati. Segue la enunciazione del problema e la sua descrizione. Quindi è illustrata la soluzione, che fornisce le indicazioni necessarie per risolvere il problema, sufficientemente generali per poter essere adattate ai diversi casi. Dopo la soluzione vengono indicati i legami con i pattern inferiori collegati a quello in questione e che contribuiscono a renderlo completo. A partire dalla teoria dei Pattern esposta è stato approfondito lo studio di alcuni aspetti progettuali relativi alla sostenibilità degli interventi edilizi, con particolare riguardo al contenimento dei consumi, all'utilizzo di fonti energetiche naturali e rinnovabili e all'uso flessibile degli spazi interni, traducendo il tutto in modelli progettuali applicabili su qualsiasi organismo edilizio da realizzare, in relazione alle esigenze da soddisfare e ai requisiti da garantire. Delle schede redatte alcune traggono spunto dalla cultura costruttiva tradizionale, prevalentemente dell'area mediterranea; considerando che certi caratteri geometrici e tecnico-costruttivi, tipici degli organismi architettonici del passato, riuscivano infatti a garantire il raggiungimento, all'interno degli ambienti, di condizioni di comfort climatico più che soddisfacenti. I modelli elaborati con la ricerca e presentati nel suddetto manuale affrontano la problematica della progettazione di un edificio a varie scale e sono così suddivise:

A) A scala urbanistica per l'inserimento nel contesto del sito;

A.1 - Pendenza e orientamento dei panni; A.2 - Collocazione dell'edificio nel sito; A.3 - Forma e orientamento dell'edificio; A.4 - Posizione e dimensionamento degli edifici in funzione del vento; A.5 - Collocazione degli edifici in funzione dei venti dominanti;

B) A scala dell'intero edificio B.6 - Edifici a risparmio energetico; B.7 - Materiali di alta qualità e a basso costo energetico; B.8 - Barriere frangivento; B.9 - Prospetto nord; B.10 - Suddivisione degli spazi interni di un edificio; B.11 - Distribuzione degli spazi interni in edifici residenziali; B.12 - Collocazione delle finestre;

C) Isolamento degli elementi dell'involucro C.13 - Isolamento dell'involucro; C.14 - Ponti termici; C.15 - Facciate ventilate; C.16 - Chiusure orizzontali di copertura isolate; C.17 - Tetto ventilato o "tetto freddo"; C.18 - Tetto giardino;

D) Elementi per il raffrescamento passivo con il sistema di ventilazione D.19 - Raffrescamento evaporativo; D.20 - Isolato a corte; D.21 - Ventilazione naturale; D.22 - Edifici con ventilazione incrociata; D.23 - Distribuzione degli spazi interni agli edifici in funzione della ventilazione; D.24 - Sistemi di apertura ai fini della ventilazione; D.25 - Torri del vento; D.26 - Camini di ventilazione;

E) Elementi per il riscaldamento passivo E.27 - Sistemi solari passivi; E.28 - Finestre solari; E.29 - Accumulo termico; E.30 - Serre solari; E.31 - Muro di trombe; E.32 - Camino solare; E.33 - Sistemi di schermatura degli infissi;

F) Impianti per raccolta acqua, fotovoltaico e solare termico F.34 - Sistemi di raccolta delle acque piovane; F.35 - Sistemi di scambio termico edificio terreno; F.36 - Riserve d'acqua sotterranee; F.37 - Involucro fotovoltaico; F.38 - Impianti solari termici;

G) Elementi costruttivi funzionali per la flessibilità G.39 - Pavimenti sopraelevati; G.40 - Controsoffitti; G.41 - Partizioni interne spostabili; G.42 - Innovazione nell'uso dei materiali lapidei.

Si è poi passati alla progettazione specifica di un modello progettuale per il raffrescamento passivo torre del vento a consumo energetico nullo. Tale modello è stato scelto in funzione strategica per il buon funzionamento della climatizzazione estiva (raffrescamento) dell'ambiente interno nei climi mediterranei. La dove le azioni per la climatizzazione passiva dello spazio interno passano per la presenza di involucri esterni massivi, dotati di elevata inerzia termica, tali che riecano a sfalsare l'onda termica con il proprio accumulo di calore durante le ore più calde (di giorno), cedendolo con sfalsamento di 12-13 ore durante le ore notturne, a condizione che durante la notte si riesca a smaltire il calore accumulato attraverso adeguati ricambi d'aria tramite un sistema di ventilazione naturale e/o forzato. Si possono

così raggiungere buoni livelli di benessere interno solo per effetto di sistemi passivi. Questo può avvenire a condizione che la torre del vento riesca a smaltire tutte le notti il calore che comunque di giorno si accumula, a prescindere dalla presenza di condizioni di ventilazione naturale. La torre del vento progettata viene dotata di un sistema microeolico che con le condizioni di ventosità della zona (velocità del vento, quantità di vento annuo) riesce a produrre una quantità di energia più che sufficiente per il funzionamento forzato (estrazione dell'aria) nei mesi estivi più caldi e in particolare nelle giornate di vento scarso o nullo durante i quali non avviene la ventilazione naturale.

L'altro filone di ricerca relativo alla sperimentazione di materiali innovativi per schermature dai campi elettromagnetici (CEM). Si è completata la sperimentazione di laboratorio che aveva l'obiettivo di calcolare il potere schermante dell'intonaco innovativo nei confronti del campo magnetico ELF e verificare la relazione tra la composizione della miscela dei provini e il potere schermante. Tramite le prove di laboratorio si sono costruite delle tabelle con i risultati dei test eseguiti sulle lastre di prova al variare dell'intensità del campo ELF della sorgente. È emerso che si ha un incremento del potere schermante all'aumentare della percentuale di ferro presente nella composizione di ogni lastra di prova. Le risultanze di tale sperimentazione costituiscono risultati innovativi ed originali e si è deciso di coprire il sistema di additivazione per intonaci e conglomerati con un apposito brevetto dal titolo "SISTEMA DI ADDITIVAZIONE PER MALTE E/O CONGLOMERATI SCHERMANTE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI", PRESENTATO A C.C.I.A.A. di Catania in data 11.06.2010 Numero di Domanda CT2010A000011.

Per quanto riguarda l'Unità di Padova

la ricerca si è svolta secondo il programma previsto, inteso a raggiungere gli obiettivi a suo tempo indicati:

- l'approccio serio e corretto alle operazioni di recupero e restauro

- le soluzioni innovative di climatizzazione, anche mutate da architetture spontanee

- il mantenimento delle lavorazioni consolidate nella pratica, tenuto conto dell'aumentato numero degli operatori e delle industrie del settore.

In coerenza a ciò i compiti svolti hanno compreso:

l'esame dei possibili contenuti dell'attività di studio e di laboratorio su un modello specifico di utilizzo.

l'esame delle possibilità di impiego dei fanghi di produzione, oggi avviati in discarica con problemi di spazi e di costi spesso rilevanti.

l'esame delle possibilità di miglioramento delle caratteristiche generali (chimiche e meccaniche) di questo materiale al fine di un successivo utilizzo.

Hanno compreso inoltre una fase sperimentale:

prove di laboratorio secondo le procedure standard delle vigenti normative europee, misurazione delle caratteristiche di qualità inerenti requisiti e prestazioni di carattere energetico (proprietà termogravimetriche) dei materiali tipici del Triveneto, dell'Istria e della Dalmazia.

I risultati ottenuti sono:

- a livello edilizio architettonico quelli parzialmente anticipati nell'articolo, steso dal gruppo di ricerca di Padova, su "La valorizzazione dell'uso della pietra negli edifici: evoluzione delle tecniche costruttive, mantenimento dell'immagine tradizionale, contenimento dei costi di lavorazione e posa in opera". L'adeguamento della tecnica costruttiva tradizionale al nuovo mercato dell'edilizia non può prescindere, salvo i casi di restauro monumentale, da tutte le odierne necessità ambientali, economiche e di sicurezza.

- a livello ambientale il riconoscimento che i problemi energetici vanno risolti attraverso un attento equilibrio dei processi di movimentazione, lavorazione ed eliminazione di scarti e rifiuti; si aggiunge il riconoscimento che il recupero di cave dismesse è molto importante, ad esempio a Lipica, nel comune di Sezana si potrà realizzare un museo tematico. Si aggiunge infine che il recupero di scarti di pietra e di fanghi di lavorazione può contribuire alla riduzione della quantità di pietra calcarea estratta da cave e destinata alla macinazione per entrare poi nella formulazione di molti prodotti, dai dentifrici agli oggetti a base di polimeri.

- a livello aziendale le migliori conoscenze sull'influenza che la struttura tecnica ed organizzativa dell'industria del settore ha sulle procedure di lavorazione e quindi sui costi, compreso lo smaltimento di scarti e rifiuti, recentemente trattati nell'articolo "La pratica corrente ed il possibile aiuto della ricerca nel recupero e nello smaltimento dei fanghi di lavorazione della pietra";

- a livello sociale le informazioni aggiornate sulle modalità operative scelte o obbligate per risolvere in situazioni differenti i problemi che coinvolgono industria e apparati sociali. La ricerca ha dimostrato in modo evidente che consorzi ed altre attività cooperative consentono soluzioni efficaci ai problemi e dunque qualità di risultati. La ricerca ha dimostrato ancora che le moderne attrezzature, in particolare le macchine a controllo numerico, possono migliorare in molti casi la qualità di vita del personale addetto.

Con ciò sono stati raggiunti gli obiettivi politici, tecnici ed economici esplicitati nel progetto di ricerca. Il tutto è compiutamente delineato nella pubblicazione finale, il cui onere è previsto nelle spese, cui seguirà un convegno finalizzato a farla meglio conoscere all'intera comunità scientifica.

12. Problemi riscontrati nel corso della ricerca

I problemi riscontrati nel corso della ricerca sono stati quelli inerenti alla scarsissima possibilità di reperimento, a livello universitario, di locali e attrezzature per lo svolgimento di attività sperimentale di laboratorio.

13. Risorse umane complessivamente ed effettivamente impegnate (da consuntivo)

	(mesi uomo)
TOTALE	
da personale universitario	160
altro personale	127
Personale a contratto a carico del PRIN 2007	12

14. Modalità di svolgimento (dati complessivi)

Partecipazioni a convegni:

	Già svolti (numero)	Da svolgere (numero)	Descrizione
in Italia	15	1	Seminari tematici di carattere tecnologico finalizzati alla progettazione edilizia sostenibile. Convegni su recupero, riuso e adeguamento sismico del patrimonio edilizio storico. Seminari sul miglioramento delle prestazioni energetiche e di sicurezza statica dei nuclei centri storici.
all'estero	2	0	Seminari di studio sulle tecniche costruttive moderne in Europa. Convegni sul recupero e l'adeguamento statico del patrimonio edilizio storico. Convegni internazionali sull'elettromagnetismo e sue caratteristiche computazionali dei campi magnetici.
TOTALE	17	1	

Per ogni campo di testo max 8.000 caratteri spazi inclusi

Articoli pertinenti pubblicati:

	Numero	Descrizione
su riviste italiane con referee	0	
su riviste straniere con referee	3	<i>Valutazione e definizione dei campi elettromagnetici in ambiente urbano e loro mitigazione. Analisi agli elementi finiti della distribuzione delle onde elettromagnetiche.</i>
su altre riviste italiane	3	
su altre riviste straniere	0	
comunicazioni a convegni/congressi internazionali	12	<i>Caratteristiche computazionali dei campi elettromagnetici. Valutazione e definizione dei campi elettromagnetici all'interno degli edifici. Studio e individuazione di materiali e componenti innovativi per la schermatura dai campi elettromagnetici negli edifici. Materiali e tecniche costruttive in epoca moderna in Europa. Le tecniche costruttive tradizionali della prima metà del Novecento in Italia. Tradizione e innovazione negli edifici a basso consumo energetico e a bassa emissione di anidride carbonica. Studio di adattabilità alle norme antisismiche di edifici scolastici prefabbricati.</i>
comunicazioni a convegni/congressi nazionali	6	<i>Progettazione edilizia sostenibile mediante un approccio per modelli progettuali. Studio dei sistemi adottati in edifici contemporanei per il raffrescamento e il riscaldamento passivo. Individuazione e classificazione dei modelli progettuali per il raffrescamento e il riscaldamento passivo negli edifici. Valutazione ambientale degli interventi edilizi nel contesto storicizzato. Modelli abitativi tradizionali e loro innovazione. Materiali e tradizioni costruttive dell'edilizia rurale antica. Adeguamento ambientale ed energetico in relazione alla lettura tipologica degli insediamenti residenziali: dal patrimonio storico all'edilizia contemporanea. Culture e tecniche costruttive fra tradizione e innovazione. Adeguamento energetico e riqualificazione ambientale nei borghi storici. Valutazione del rendimento ambientale nel contesto costruito. Valorizzazione dell'uso della pietra negli edifici. Evoluzione delle tecniche costruttive e contenimento dei costi di lavorazione e posa in opera dei materiali lapidei Recupero e smaltimento dei fanghi di lavorazione della pietra. Processo tipologico e sicurezza sismica. Studio di adattabilità alle norme antisismiche delle costruzioni tradizionali. Conservazione e trasformazione evolutiva dell'involucro nel riuso di edifici storici.</i>
rapporti interni	0	
brevetti depositati	1	<i>Progettazione di un sistema di additivazione, per malte e/o conglomerati, schermante ai campi elettromagnetici.</i>
TOTALE	25	

Per ogni campo di testo max 8.000 caratteri spazi inclusi

Data 22/12/2010 13:27

Firma

Si autorizza alla elaborazione e diffusione delle informazioni riguardanti i programmi di ricerca presentati ai sensi del D. Lgs. n. 196/2003 del 30.6.2003 sulla "Tutela dei dati personali". La copia debitamente firmata deve essere depositata presso l'Ufficio competente dell'Ateneo.