



LA PROGETTAZIONE TECNOLOGICA E AMBIENTALE: ITALIA E GRECIA A CONFRONTO

TECHNOLOGICAL AND ENVIRONMENTAL DESIGN: ITALY AND GREECE IN COMPARISON

Antonella Violano*, Alexandra Sotiropoulou, Joannis Tzouavadakis***
Euphrosyne Triantis****, Athanasios Stamos*****, Antonio Bosco*******

ABSTRACT

Un team interdisciplinare di docenti universitari ha sviluppato un nuovo approccio all'insegnamento della progettazione tecnologica e ambientale, che comporta una revisione dei concetti e delle strategie di base nella progettazione architettonica e nella sua interazione con l'ambiente naturale e costruito, e con gli utenti. Una nuova metodologia testata in corsi di Progettazione Tecnologica e Ambientale per gli studenti dell'Università Tecnica di Atene (Scuola di Ingegneria Civile) e dell'Università della Campania (Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale) a confronto, nei quali l'analisi dei parametri ambientali è basata non solo sulla valutazione delle prestazioni, ma anche sulla valutazione del comfort ambientale per i fruitori.

As an answer to new challenges concerning the role of the architect in future societies, a new approach to the teaching of technological and environmental design was developed by an interdisciplinary team of academics, involving a reconsideration of the basic concepts and strategies in architectural design and its interaction both with natural and built environment and users. A new methodology has tested in technological and environmental design courses taught to students of the Technical University of Athens (School of Civil Engineering) and the University of Campania (Department of Architecture and Industrial Design) in comparison, where the analysis of environmental parameters is based not only on performance assessment, but also on the evaluation of environmental comfort for users.

KEYWORDS

progettazione tecnologica, progettazione ambientale, innovazione tecnologica, metodologia didattica, partecipazione.

technological design, environmental design, innovation technology, teaching methodology, participation.

Negli ultimi anni, la valutazione delle prestazioni energetico-ambientali degli edifici, associata al controllo della qualità ambientale del costruito e delle condizioni di comfort per gli utenti, ha catalizzato l'interesse del settore delle costruzioni, del mondo imprenditoriale, industriale e politico che ha dovuto implementare una nuova griglia di requisiti nel settore edilizio: un effettivo cambiamento di priorità nel modo di progettare! Di conseguenza, in ambito universitario, la progettazione tecnologica e ambientale degli edifici e degli spazi aperti ha assunto un ruolo centrale nei programmi formativi di quasi tutte le Facoltà di Architettura e Ingegneria del mondo occidentale moderno, e non solo.

In questo articolo si presenta l'esperienza maturata presso l'Università Tecnica di Atene – NTUA (Scuola di Ingegneria Civile, Corso di Ambiente e Sviluppo) e l'Università della Campania 'Luigi Vanvitelli' (Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale, Laboratorio di Costruzioni Architettoniche e Corso di Progettazione Ambientale), focalizzando a confronto metodologie didattiche ed esiti sperimentali ed evidenziando non solo gli impatti positivi che l'attività di collaborazione internazionale ha avuto per le due strutture didattiche universitarie, ma soprattutto il valore aggiunto per i due gruppi di ricerca che durante questa esperienza (ancora in corso) hanno confrontato le diverse metodologie di ricerca applicate alla didattica. I progetti presentati sono stati selezionati con l'obiettivo di dimostrare i benefici di questo approccio fortemente tecnologico e 'fruitore-centrico'. Sulla base di questi risultati, vengono proposte future strategie di insegnamento della materia, anche alla luce della rapida evoluzione degli strumenti di supporto al progetto (progettazione BIM, software specialistici per la valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici e la qualità ambientale degli spazi aperti, scelta di materiali bio-based di nuova generazione, etc.).

L'esperienza greca – Negli ultimi anni, nelle Scuole di Architettura greche, sono stati introdotti numerosi corsi che trattano di bioclimatica e sostenibilità ambientale in modi diversi ma tutti convergenti sull'obiettivo di integrare i principi di comfort nel processo di progettazione. Si sono perciò sviluppate metodologie di insegnamento che hanno messo al centro della didattica del progetto i concetti di comfort termico, visivo e acusti-

co, allo scopo di avvicinare gli studenti ai concetti fondativi della progettazione ambientale, che riguardano sia le soluzioni tecniche che i principi teorici per raggiungere le migliori condizioni di comfort per l'utenza. L'architettura deve creare ambienti dinamici destinati a rispondere alle condizioni mutevoli del clima, del luogo e dei modelli d'uso, per tale ragione il processo di progettazione dovrebbe essere basato meno sugli aspetti geometrici e fisici e più sull'esperienza dello spazio architettonico da parte dei fruitori. Pertanto l'edificio deve essere giudicato non come oggetto autoreferenziale ma considerando il punto di vista degli abitanti sui servizi forniti per realizzare i propri modelli di vita (Steemers, 2004).

Lo studio dei modelli di comfort è piuttosto difficile da includere negli usuali paradigmi progettuali, in quanto considera accanto alle questioni fisiche anche concetti di carattere psicologico. Inoltre è dimostrato che il senso di comfort ambientale è strettamente correlato alla consapevolezza e alla partecipazione attiva dell'utente nel plasmare il proprio ambiente (Benardi, 2002). La percezione spaziale e il senso di comfort sono pertanto connessi alla possibilità di raggiungere un compromesso ottimale tra utente e ambiente. Gli studi di D. Hawkes dimostrano con chiarezza che la soddisfazione degli utenti deriva dalla loro possibilità di partecipare attivamente alla gestione dei controlli ambientali per rispondere ai cambiamenti climatici (Hawkes, 1997), mentre il controllo automatico dei sistemi centralizzati di a/c genera alti livelli di insoddisfazione, come si evince da uno studio sul comfort degli utenti negli edifici universitari in Grecia (Triantis et al., 2006).

Nei Corsi di progettazione ambientale dell'Università di Patras e del NTUA, nonché del Corso di Laurea interdisciplinare in Ambiente e Sviluppo, sempre presso il NTUA, è stata sviluppata una nuova metodologia di analisi dei parametri ambientali che si basa non solo sulla valutazione delle prestazioni, ma anche sulla percezione del comfort ambientale da parte degli utenti degli edifici esistenti. Questi ultimi, spesso selezionati tra gli edifici del campus, sono utilizzati dagli studenti come casi studio per la comprensione dei fattori ambientali coinvolti nella progettazione e nel funzionamento. Tale analisi è alla base degli interventi di retrofitting proposti al fine di migliorare le prestazioni termiche degli edifici e considerare consapevolmente i criteri di sostenibilità, quali il



Fig. 1 - Retrofitting of architecture design studios.

consumo energetico, l'impatto ambientale, e il comfort termo-acustico (Triantis, 2006). La metodologia del corso include:

A. Informazioni Generali: 1) Conferenze su importanti temi di sostenibilità, tra cui una discussione approfondita sul comfort umano; 2) Conferenze sulle tecnologie utilizzate nel retrofitting a basso consumo energetico; 3) Esempi di riqualificazione di edifici selezionati, dove tali problemi siano stati considerati nel progetto di recupero.

B. Descrizione del Progetto: 1) Selezione di edifici esistenti da utilizzare come casi studio. Ogni gruppo di progetto è composto da uno a tre studenti; 2) Raccolta delle informazioni disponibili per ciascun edificio (planimetrie, sezioni, disegni di progetto, dati sul consumo energetico, studi, dettagli, ecc.); 3) Analisi dei modelli di utilizzo nell'edificio.

C. Diagnosi: 1) Auditing condotto dagli studenti in spazi rappresentativi dell'edificio (incluse le misurazioni di temperatura, umidità relativa e luce

diurna); 2) Interviste agli utenti sulle condizioni di comfort termico, visivo e acustico dell'edificio e commenti sul loro ambiente di lavoro.

D. Strategie di riqualificazione sostenibile: 1) Scenari di interventi per l'adeguamento ambientale; 2) Valutazione degli scenari di recupero, secondo un set predefinito di principi di sostenibilità; 3) Sviluppo della soluzione progettuale più adatta per ciascun edificio.

E. Scenario conclusivo di riqualificazione: Progettazione definitiva ed elaborazione dei dettagli costruttivi per ciascuna soluzione.

In una serie di conferenze si è discusso dell'importanza e della complessità del comfort di utenza e si è evidenziata la differenza concettuale che distingue la progettazione bioclimatica dalla pratica ingegneristica corrente. La prima, infatti, considera i parametri di comfort non solo come rigorosi dati quantitativi, ma anche come parte di un'esperienza complessa e olistica relativa alla soggettività degli utenti. Gli studenti sono stati quindi incoraggiati ad utilizzare una combinazione di approcci oggettivi e soggettivi per comprendere il funzionamento degli edifici e il ruolo degli utenti, giudicando il rapporto con l'ambiente secondo i criteri di sostenibilità selezionati.

Si è sottolineato che l'architettura a basso consumo energetico dovrebbe offrire agli utenti la possibilità di adattare il proprio comportamento e modificare alcuni parametri termo-fisici rispetto alle mutevoli esigenze di comfort, in modo da influenzare attivamente le condizioni dell'ambiente che lo circonda. La ricerca conferma come il coinvolgimento diretto dell'utente nella determinazione delle condizioni ambientali abbia notevoli ripercussioni sui livelli di soddisfazione individuale, infatti la partecipazione attiva riduce le sensazioni di fastidio e garantisce un migliore funzionamento dei sistemi energetici (Triantis, 2006). L'edificio va quindi considerato come un sistema dinamico che offre agli utenti la possibilità di controllare l'ambiente a seconda delle proprie esigenze. Questa considerazione di base ha influenzato in modo significativo l'approccio analitico ai casi studio e le fasi di diagnosi e sintesi elaborate dagli studenti per gli interventi di riqualificazione, come pure la loro generale filosofia di progetto (Triantis, 2005).

La metodologia sopra descritta è stata sviluppata nell'ambito di una serie di Corsi tenuti parallelamente presso l'Università di Patraso e l'Università Tecnica Nazionale di Atene (NTUA). Essi includevano: all'Università di Patraso, un Corso opzionale sull'adeguamento ambientale degli edifici per gli studenti di architettura del 4° anno che l'anno precedente avevano frequentato un corso obbligatorio di progettazione bioclimatica (Figg. 1-4); alla NTUA, un Corso obbligatorio di tecnologia edilizia, seguito da un corso a scelta sulla riqualificazione ambientale di edifici e spazi aperti, per gli studenti del 5° anno di ingegneria civile, propedeutico al diploma finale di ricerca e alla tesi di progetto (Figg. 5-7); ancora alla NTUA, un Corso opzionale sulle applicazioni di progettazione ambientale nello spazio costruito offerto come parte di un Corso di Laurea interdipartimentale su ambiente e sviluppo (Figg. 8, 9).

Inoltre, nell'ambito del programma Erasmus-Plus (Violano et al., 2018), è stato realizzato un Corso di scambio che ha coinvolto tre studenti italiani dell'Università della Campania 'L. Vanvitel-

li' e uno greco della NTUA, che ha offerto agli studenti un'esperienza formativa sulla ricerca sperimentale e la progettazione di recupero ambientale di edifici scolastici secondo i principi della progettazione integrata (Fig. 10). In tutti i corsi si sono svolte lezioni teoriche di recupero ambientale, tenute da un gruppo interdisciplinare di esperti, ed esercitazioni sperimentali in laboratorio o in situ, durante le quali gli studenti hanno effettuato misurazioni e osservazioni sulle prestazioni ambientali di edifici campione (Kontoroupi, 1997). La combinazione di teoria e pratica ha stimolato gli studenti ad elaborare la strategia diagnostica e sviluppare originali scenari di riqualificazione per ciascun edificio studiato. Ogni studente ha potuto intraprendere il progetto individualmente oppure come membro di un gruppo di lavoro, ma è stato soprattutto incoraggiato il lavoro di squadra, coerentemente con la filosofia di progetto, propugnata durante le lezioni, che prevedeva la stretta collaborazione tra progettisti, utenti ed esperti delle diverse discipline coinvolte nel recupero ambientale.

In aggiunta alla raccolta e analisi dei dati misurati in situ, che hanno consentito agli studenti di comprendere sul campo i comportamenti ambientali dell'edificio, inteso come organismo complesso, sono stati utilizzati software di simulazione per valutare le prestazioni ambientali una volta attuati gli interventi di retrofit proposti. Ciò ha portato alla consapevolezza dei limiti di ciascuno metodo di analisi e verifica delle prestazioni; gli studenti hanno quindi preso coscienza della necessità di combinare diversi approcci sperimentali e di simulazione per raggiungere una attendibile cognizione delle prestazioni ambientali di un edificio, compresa l'opportunità di ricorrere alla valutazione dei livelli di comfort da parte degli utenti. In diversi casi, infatti, nelle misure di comfort ambientale è stato posto l'accento sulla combinazione di parametri termici e acustici, che consigliavano interventi in grado di soddisfare entrambe le esigenze, attuando così un livello di comfort integrato per l'utente (Sotiropoulou, 2016).

L'esperienza italiana: la Progettazione Ambientale consapevole – La Progettazione Tecnologica e Ambientale è tra le materie caratterizzanti nei programmi di studio della quasi totalità delle scuole di architettura europee. Infatti, l'Endecalogò riportato nella Direttiva 85/384/CEE stabilisce che il futuro architetto deve acquisire competenze e conoscenze tali da sviluppare progetti che soddisfino contemporaneamente esigenze estetiche e tecniche, e che siano sostenibili sul piano economico, normativo ed ambientale. In Italia gli insegnamenti di area tecnologica hanno un peso medio del 16% rispetto al totale delle discipline caratterizzanti nei Corsi di Laurea Magistrale del settore dell'Architettura e dell'Ingegneria edile-architettura, a ciclo unico quinquennale, ai sensi dell'art. 6 comma 3 del D.M. 270/04. Presso la Vanvitelli, il loro peso è di 26/128 CFU articolate nei seguenti insegnamenti: Tecnologia dell'Architettura (8 CFU al I anno), Laboratorio di Costruzione dell'architettura (12 CFU II Anno), Progettazione Ambientale (6 CFU V anno).

In particolare, l'insegnamento della Progettazione Ambientale rappresenta, per gli studenti di Architettura, un complesso banco di prova. Le nozioni teoriche e le esercitazioni pratiche, parte integrante del corso, sono rivolte all'applicazione

dei principi che, secondo la cultura tecnologica del progetto, costituiscono le basi del pensiero progettuale. Tali principi considerano che il soddisfacimento dei bisogni primari dell'uomo sia il fondamentale obiettivo cui deve tendere il progetto di architettura e che intorno a questa istanza ruotino tutti gli altri obiettivi.

Nelle scuole europee di architettura (nel Regno Unito come in Francia e Germania), la didattica del progetto ambientalmente consapevole fa parte di una prassi educativa che da lungo tempo è più attenta alle ricadute ambientali delle scelte progettuali, mentre in Italia tale sensibilità si è andata affermando, non senza difficoltà e con chiara evidenza, solo negli ultimi venti anni. Mentre in Inghilterra e nel Nord Europa la didattica è sensibilmente influenzata da un atteggiamento pragmatico che vede, innanzitutto, il progetto di

architettura al servizio dei bisogni immediati e quindi di quelli futuri degli utenti finali, nel nostro paese l'egemonia delle discipline compositive ha fatto del bel disegno dell'architettura il cardine intorno al quale si è impennato gran parte dell'impegno educativo per la formazione dell'architetto. Solo successivamente, l'inventore della forma si poteva impegnare nell'adattare le soluzioni tecnico-costruttive e impiantistico-ambientali alle scelte "stilistiche", già prefigurate, per rendere "abitabile" l'idea di progetto. In Italia, essendo partiti in ritardo, e con tale oneroso fardello culturale, si è cercato di coniugare il pragmatismo anglosassone con la locale tradizione filologica e storicistica, rispettosa delle preesistenze, per delineare un approccio originale che tendesse, anche sulla spinta di alcuni immaginifici autori francesi (si pensi al 'giardiniere paesaggista' Gilles Clément e all'an-

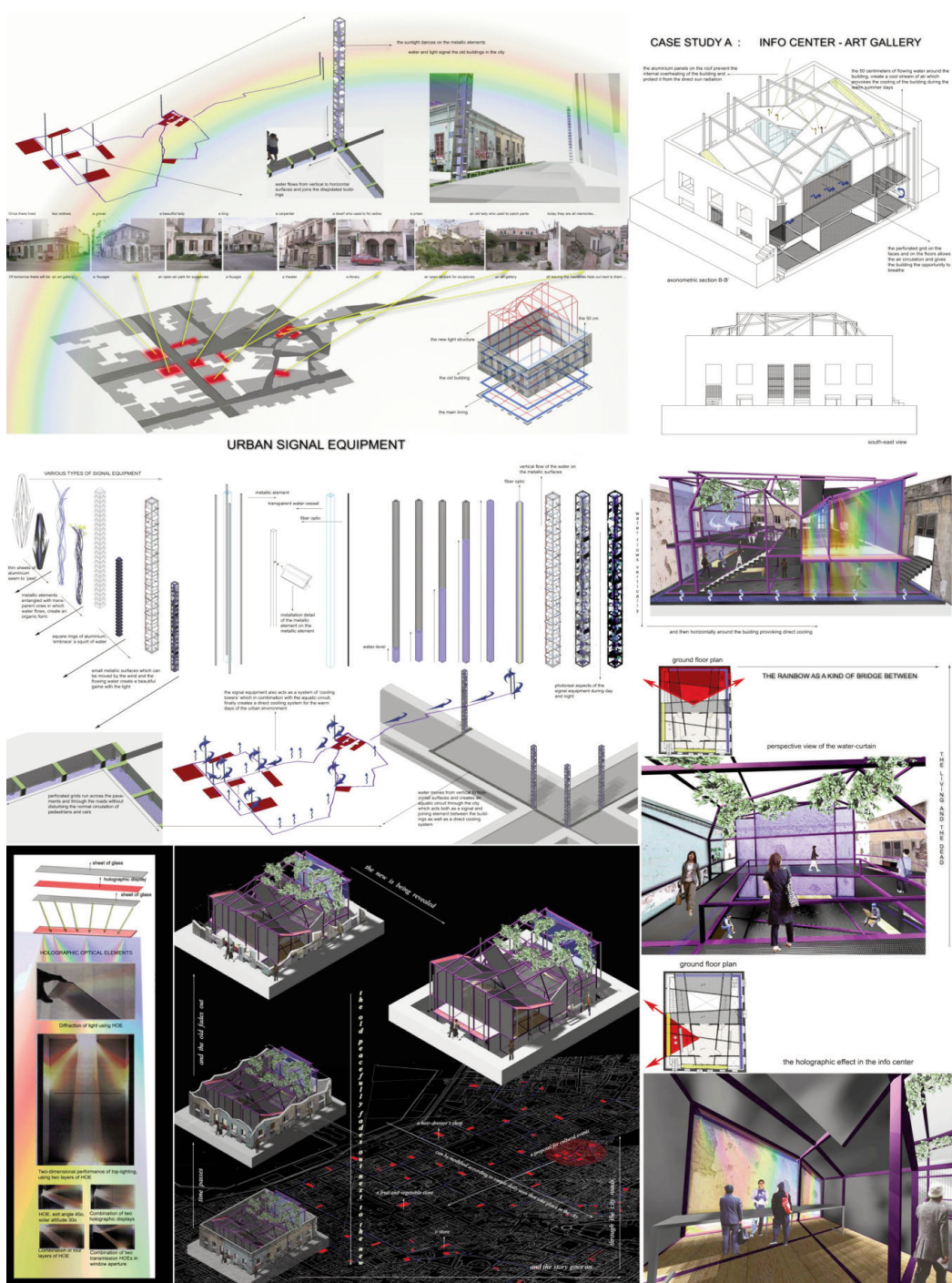


Fig. 2 - Housing retrofits into cultural spaces.

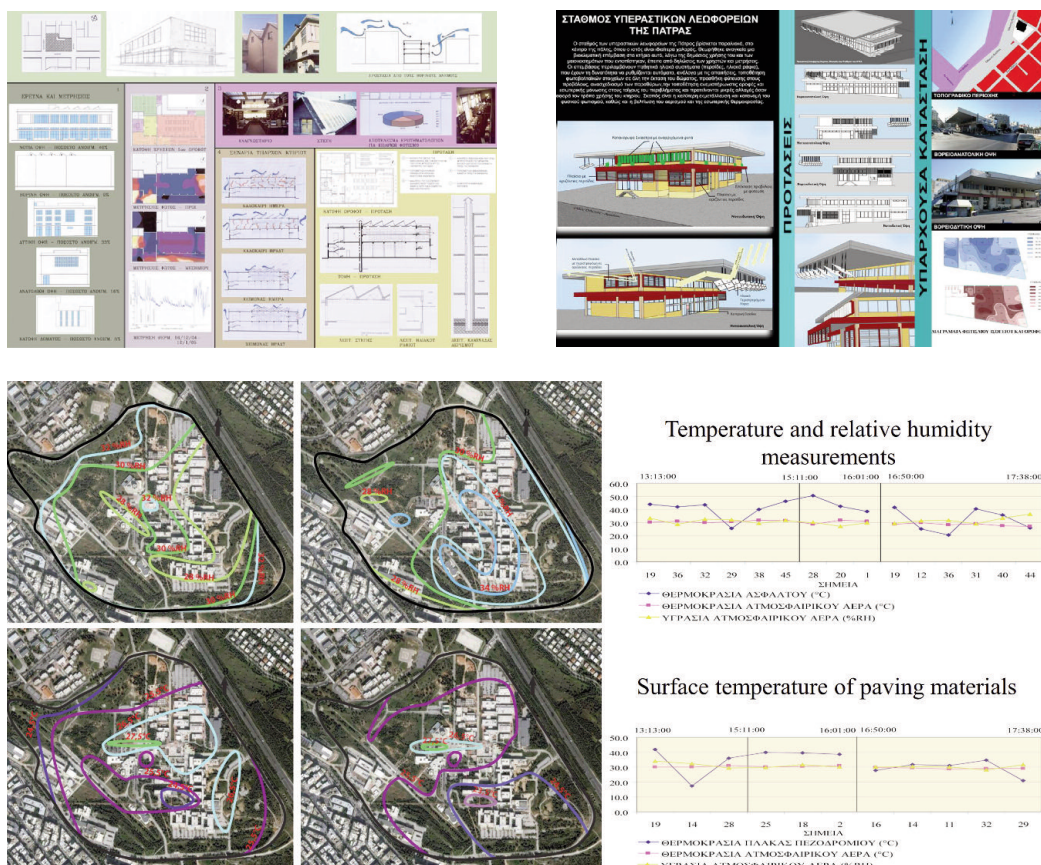


Fig. 3, 4 - Left: Retrofitting of a public library building. Right: Patras Bus-Station.
Fig. 5 - Campus microclimate measurements, N.T.U.A.

tropologo Marc Augé), a coniugare le ragioni della pratica con le esigenze dello spirito.

Per tale ragione nell'attuale sperimentazione didattica, partendo dall'individuazione di aree campione proposte dagli studenti (sulla base di parametri dettati dal docente), si delineano i criteri da adottare per l'analisi dei caratteri costitutivi dell'area di studio prescelta, che rappresenteranno la base per formulare le proposte progettuali più appropriate attente alle peculiarità architettoniche e paesaggistiche del luogo (Fig. 11).

Lo scopo principale è quello di far maturare negli studenti la consapevolezza della grande responsabilità sociale del progetto di architettura, in quanto operazione tendente a trasformare la configurazione fisica dei luoghi che coinvolge, inevitabilmente, le modalità d'uso degli stessi e, in definitiva, la natura dei rapporti sociali ed emotivi tra le persone che in essi vivono. Si punta a realizzare un progetto/riqualificazione che consideri con uguale attenzione sia i caratteri della fabbrica su cui si intende intervenire o che si intende progettare, sia quelli del luogo in cui essa si colloca. Ciò implica che ciascuno studente, prima di porre mano al progetto, debba avere chiara coscienza del carattere del luogo in cui interviene, cioè debba entrare in contatto profondo col suo 'genius loci' secondo la fondamentale lezione di Christian Norberg Schulz (Norberg-Schulz, 2007).

Si privilegia un approccio olistico al progetto capace di integrare, contemporaneamente, sia le ragioni della qualità (architettonica, funzionale ed ecologica) del manufatto edilizio che il mantenimento e/o incremento dei caratteri paesaggistici e percettivi dei luoghi di cui è parte integrante. A tal proposito, a nostro avviso il progetto di architettura

di qualsiasi natura, scala e destinazione d'uso, non può essere considerato mai un'opera autoreferenziale, indipendente dal contesto, ma sempre come parte integrante e saldamente integrata al luogo di appartenenza. Nel territorio ogni edificio risponde a una percentuale (più o meno significativa) dei bisogni e delle ambizioni delle persone che vi abitano. La consapevolezza delle profonde implicazioni sociali del progetto, e la chiara cognizione dell'articolato impegno che investe la figura dell'architetto, dipende, appunto, dalla reale comprensione delle dinamiche di interazione che si instaurano tra l'edificio e il suo contesto.

L'approccio didattico proposto intende il progetto ambientale come una straordinaria opportunità offerta all'architetto di incidere, talvolta anche profondamente, nella trasformazione dei nostri spazi di relazione. Per tale ragione, nelle Scuole di Architettura, lo studente deve essere formato per rispondere alle esigenze, tangibili o inesprese, di singoli individui e intere comunità, operando in modo attento, rispettoso ed equilibrato sia nei confronti dell'uomo che dell'ambiente. Ogni allievo, alla conclusione del ciclo di studio, deve essere in grado di capire che l'esigenza della gradevolezza estetica, generata da forma, colore e materia, determina solo una parte dell'accettazione dell'opera e, per tale motivo, non può prevalere sui fondamentali requisiti di benessere, fruibilità e rispetto dell'ambiente che devono, comunque, rappresentare i principali presupposti del progetto.

Sapienza costruttiva e sensibilità ambientale: sperimentazioni di Progettazione Tecnologica – Il progetto, come ricerca del punto di equilibrio tra fini e mezzi, tra cultura della forma e cultura della

tecnica, è centrale nella declaratoria delle discipline tecnologiche per l'architettura e la produzione edilizia, in quanto esse prevedono diversi campi di indagine che spaziano dalla qualità industriale (di prodotto e di processo) alla qualità edilizia (architettonica e costruttiva) per giungere ai concetti più estesi di qualità urbana, sia in termini ambientali che percettivi. La didattica deve fornire agli studenti le competenze perché il progetto dello spazio costruito non sia definito separatamente dalla sua realizzabilità e dalla verificabilità e valutabilità dell'appropriatezza e della sostenibilità delle scelte (Fumo et al., 2017), avendo preliminarmente considerato con sapienza costruttiva e sensibilità ambientale tutti i fattori che concorrono a determinare un edificio efficiente e confortevole. L'approccio deve necessariamente essere quello del 'comportamento ambientalmente consapevole', fondato sulla coerenza strutturata tra conoscenza, valori e comportamenti.

La sperimentazione didattica 'Zero Energy Social Housing' (Fig. 12), condotta con parallelismo metodologico rispetto al modello greco proposto nei paragrafi precedenti, ha sottolineato la 'centralità del fruitore' nella scelta del target di utente: un uomo divorziato con due figli che deve periodicamente poter ospitare, attuando progettualmente l'interessante approccio fornito dalla teoria nata in ambiente neuro-psicologico, del potenziamento delle 'abilità spaziali' (Gardner, 1983) possedute dall'architetto o genericamente da un tecnico (nel nostro caso lo studente progettista), il quale disegnando lo spazio conforma funzioni, morfologia e prestazioni, ma anche comportamenti e benessere degli individui che lo abitano.

Intorno alle esigenze del fruitore diretto è stata progettata, in maniera flessibile e dinamica, una cellula residenziale aggregabile secondo la tipologia in linea o a torre, privilegiando: 1) la selezione di materiali eco-compatibili da fonte rinnovabile; 2) la scelta di un sistema costruttivo altamente performante come Argisol di Bioisotherm; 3) il controllo dei parametri termo-igrometrici, la gestione della radiazione solare diretta (per massimizzare i guadagni solari gratuiti invernali e minimizzare gli accumuli termici estivi), l'integrazione di sistemi energetici rinnovabili, la ventilazione naturale e l'illuminazione naturale (corretto rapporto tra superficie illuminante e illuminata e appropriato indice di vetratura dell'involucro) (Fig. 13-16).

La necessità di controllare i fattori ambientali esterni, biofisici e bioclimatici, che interferiscono con il sistema edificio, ha richiesto un aggiornamento tecnico non solo della cultura progettuale e costruttiva, ma anche degli strumenti di governo del processo progettuale. Il controllo complessivo delle scelte è stato gestito con software BIM (ALLPlan 2017).

Occorre, a questo punto, fare una considerazione sul target al quale si rivolge questa azione formativa: gli studenti universitari dei Corsi di Laurea in Architettura e Ingegneria sono una tipologia di formandi che nella maggior parte dei casi ha come obiettivo l'inserimento nel mondo del lavoro professionale (in alcuni casi l'esperienza lavorativa è già in essere). La realtà professionale per la quale formiamo questi ragazzi ci dimostra che il tecnico deve saper fare, piuttosto che solo sapere, e in questo senso Schank sottolinea che l'unico modo per insegnare efficacemente a qualcuno come fare qualcosa, è permettere

che egli lo faccia (Schank et al., 1994).

In questa direzione si spinge la sperimentazione progettuale testata in entrambe le scuole di architettura e ingegneria: l'utilizzo di software specialistici, attraverso i quali gli studenti confrontano la loro capacità progettuale con i requisiti normativi cogenti, e l'esercizio di lavorare in team utilizzando strumenti professionali di nuova generazione come i Building Information Modelling, rientra in quella sfera del *learning by doing* che caratterizza la didattica contemporanea. Inoltre, mettendo in relazione i contenuti disciplinari con il perseguimento di obiettivi concreti, l'attività di apprendimento viene percepita come interessante e stimolante perché direttamente correlata alla pratica professionale aggiornata. Si genera spontaneamente un maggiore incentivo a impegnarsi, che è legato, in termini motivazionali, alla consapevolezza che si stanno acquisendo abilità e competenze utili per perseguire obiettivi professionali concreti.

Un valore aggiunto è dato dalla duplice opportunità, offerta agli studenti, da un lato di ottenere un Attestato di frequenza a un Corso di 32 ore su 'Modellare l'Architettura con metodologia BIM' tenuto da ALLPlan, spendibile professionalmente, e dall'altro di partecipare a una competizione tra pari. Infatti, le 50 idee progetto (tavole e plastici) sono state presentate in una mostra-concorso (Fig. 17) durante la quale una Giuria di Esperti ha valutato gli elaborati e premiato le 10 soluzioni progettuali più interessanti.

Conclusioni – L'esperienza didattica complessiva, in Italia e in Grecia, ha permesso di stimolare la sensibilità progettuale degli studenti, mettendo a sistema le istanze tecnologiche, i requisiti normativi e le prestazioni ambientali, anche attraverso l'uso di software specialistici e strumenti di supporto al progetto all'avanguardia come il BIM. I risultati sono evidenti nella partecipazione a mostre e concorsi internazionali sul design bioclimatico, nei quali gli studenti hanno ottenuto riconoscimenti e premi.

Dal punto di vista metodologico è stato interessante verificare come in contesti ambientali diversi, l'analisi dei fattori al contorno, fortemente orientata alla comprensione delle prestazioni energetico-ambientali delle soluzioni progettuali proposte, ha aiutato gli studenti a gestire un progetto energeticamente efficiente ed eco-orientato, senza perdere di vista il principio della 'centralità del fruitore diretto'. In questo modo, l'Università, quale soggetto istituzionalmente preposto alla formazione delle professionalità del futuro, ha pienamente svolto il suo ruolo di promotore attivo della conoscenza tecnica, sviluppando consapevolezza ambientale e competenze specialistiche, sia attraverso campagne motivazionali (mostre, concorsi, etc.) che salde e proficue azioni sinergiche di ricerca applicata alla didattica. Tutto questo avrà un'influenza significativa sulla pratica professionale del futuro, sulla società civile che beneficerà di questi *modus operandi* e sull'economia legata al settore delle costruzioni, sia nel settore pubblico che in quello privato.

ENGLISH

In recent years, the evaluation of the energy-environmental performance of buildings, combined with the control of environmental quality of buildings and comfort conditions for users, has catal-

ysed the interest of the construction sector, the business, industry and politics world, which has had to register a new grid of requirements in the construction sector: a real change of priority in the design process! Consequently, at the university level, the technological and environmental design of buildings and open spaces has assumed a central role in the training programmes of almost all the Faculties of Architecture and Engineering of the modern western world, and not only.

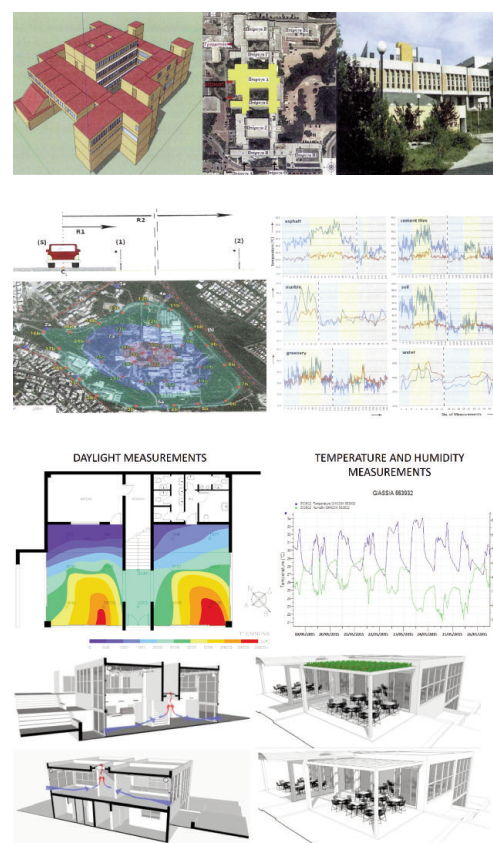
In this work, we present the experience gained at the Technical University of Athens-NTUA (School of Civil Engineering, Course of Environment and Development) and the University of Campania Luigi Vanvitelli (Department of Architecture and Industrial Design, Laboratory of Architectural Constructions and Course of Environmental Design), focusing in a comparative way didactic methodologies and experimental outcomes and highlighting not only the positive impacts that the activity of international collaboration has had for the two university didactic structures, but especially the added value for the two research groups that during this experience (still in progress) have compared the different research methodologies applied to didactics. The submitted works were selected with the aim of demonstrating the benefits of this technological and user-centric approach. According these results, future teaching strategies are proposed, also in relation to the rapid evolution of project support tools (BIM design, specialist softwares for evaluating the energy performance of buildings and environmental quality of open spaces, using new generation, bio-based materials, etc.).

The Hellenic experience – *In the last few years there has been an abundance of bioclimatic and environmental courses introduced in Schools of Architecture in Greece, whose emphasis differs, as they may deal either with natural and technical aspects of environmental design or with the inclusion of sustainability issues in the practice of architectural design as such, but there is always a search for the integration of comfort principles in the design process. The necessity to understand the conditions of thermal, visual and acoustic comfort and include them in the teaching of environmental design has resulted in the development of new methodologies to deal with architectural design in architecture schools, in order to bring students closer to the basic concepts of environmental design not only in terms of technology, but also in terms of comfort for the user. In fact, architecture must create dynamic environments responding to changing conditions of climate, place and use patterns, the design process should be based less on geometric and physical aspects and more on the experience of architectural space both from the point of view of the architect and the user. Therefore, a building should not be judged as a complete work in itself, without occupants' points of view about commodity for their life patterns, including their feelings on the quality of thermal, visual and acoustic comfort provided (Steemers, 2004).*

The study of comfort patterns is quite complex to include in the usual architecture curriculum, as it involves not only physical but also psychological issues in design. Moreover, as proven by pertinent research, the sense of environmental comfort

is closely related to the environmental awareness and the active participation of the user in shaping his own environment (Benardi, 2002). Space perception and sense of environmental comfort are related to the occupant's adaptation to a place and the possibility of reaching a compromise between user and environment. In studies by D. Hawkes, there is a clearly expressed need by the users to participate actively in the manipulation of environmental controls in order to respond to climate changes (Hawkes, 1997), while automatic control of centralized a/c systems has caused much higher levels of dissatisfaction, as discussed in a study on users' comfort in University buildings in Greece (Triantis et al., 2006).

A new methodology has thus been developed for environmental design courses taught to architecture and engineering students at the University of Patras and the NTUA, as well as at a graduate interdisciplinary course on Environment and Development, also at the NTUA. The analysis of environmental parameters in these courses is based not only on performance assessment, but also on the evaluation of environmental comfort for users of existing buildings. The latter, often selected among the campus buildings, are used by the students as case-studies for the comprehension of environmental factors involved in their design and operation. They also become a basis for proposed retrofitting interventions in order to improve their performance in terms of sustainability criteria, including energy consumption and environmental impact, as well as thermal and acoustic comfort (Triantis, 2006). The course methodology includes:



Figg. 6-8 - From the top: Retrofitting of Chemical Engineering building, Campus integrated bioclimatic; Acoustic measurements; Retrofitting of student restaurant (N.T.U.A.).



Fig. 9, 10 - Retrofitting of classroom building, N.T.U.A.
Fig. 11 - Environmental design of an ex-distillery Tesauo in Ponte, Benevento (students: M. B. Maienza and E. Viola).
Fig. 12 - Technologies for/of the present: science steps in the construction sector.

icant sustainability issues including a thorough discussion of human comfort; 2) Lectures on selected technologies used in low energy retrofitting; 3) Analysis of examples of retrofits of selected building types where such issues have been taken into consideration in the retrofitting process.

B. Project Definition: 1) Selection of existing buildings to be used as case-studies. Each project team is composed 1-3 students; 2) Collection of existing information on each building (plans, sections, construction drawings, energy consumption data, studies, details, etc.); 3) Analysis of use patterns in the building.

C. Diagnosis: 1) Auditing conducted by the students in representative spaces of the building (including temperature, relative humidity and day lighting measurements); 2) Interviews of users on thermal, visual and acoustic comfort conditions in the building, as well as comments on their work environment.

D. Sustainable Retrofitting Strategies: 1) Scenarios of environmental retrofitting interventions; 2) Evaluation of integrated retrofitting scenario, according to a pre-determined set of sustainability principles; 3) Development of the best-integrated design solution for each building.

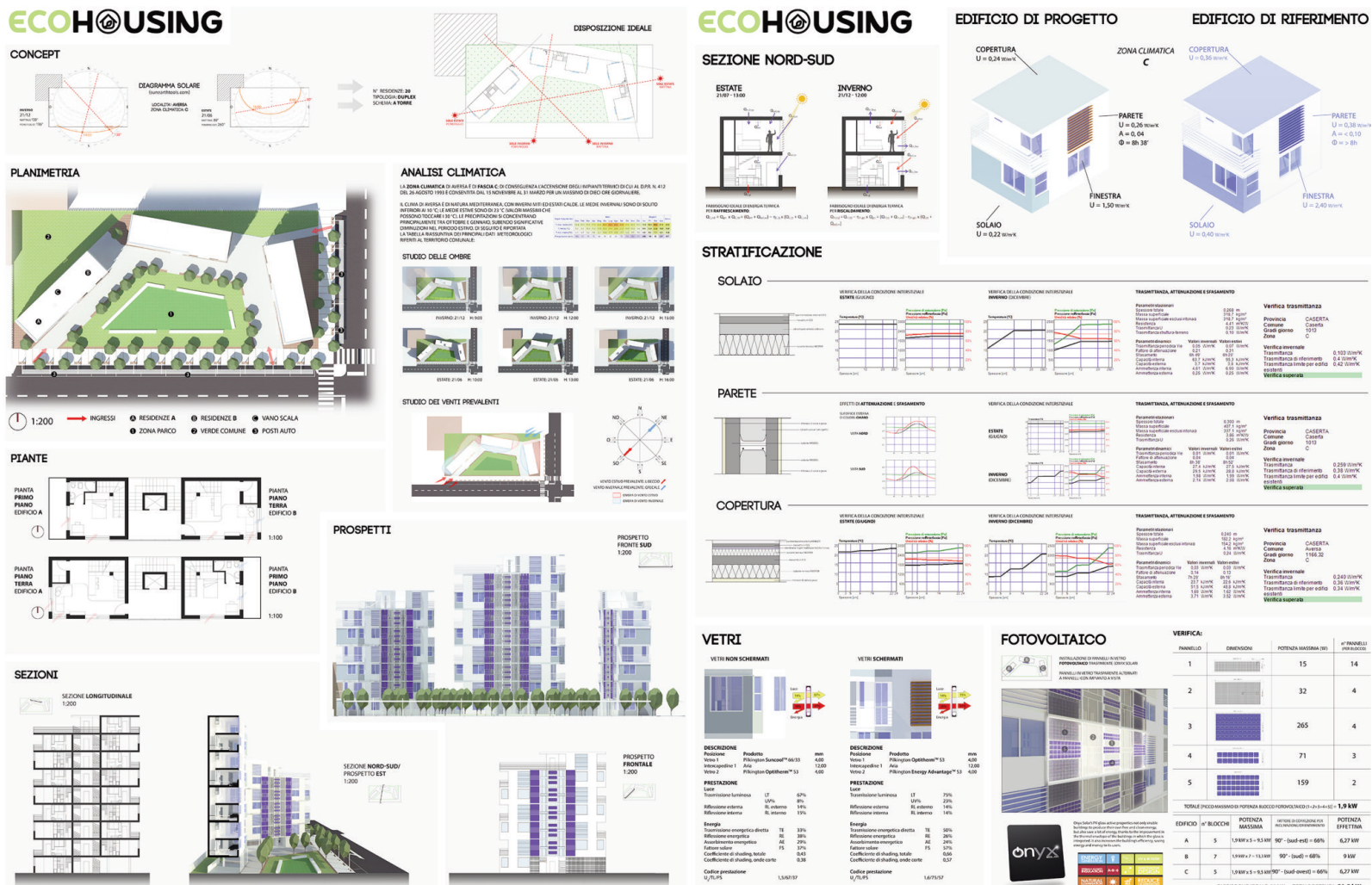
E. Final Retrofitting scenario: Final design and construction details of basic retrofitting components for each solution.

A series of lectures pointed out the difference in philosophy between bioclimatic design and current engineering practice; the former considers comfort parameters not just as strict, quantitative figures but also as part of a complex, holistic experience pertaining to the subjectivity of users. The students are thus encouraged to use a combination of objective and subjective approaches in order to comprehend the workings of each building and the role of its users and judge its overall relation to its environment with respect to sustainability criteria selected.

It was emphasized that low energy architecture should offer possibilities for users to adapt both his own behaviour and some aspects of his immediate environment to changing comfort requirements, so that he feels he can actively influence comfort levels. This direct involvement of users in the shaping of his own environment has considerable repercussions on his level of satisfaction. In fact, as follows from research on comfort, active participation reduces complaints and assures improved operation of low energy systems

(Triantis, 2006). The building is considered by the students not as a static material entity, but as a dynamic environment offering different levels of possibilities for users to control depending on their own preferred level of involvement. This basic consideration greatly influences not only the students' own approach to the analysis of each case-study, but also the phases of diagnosis and synthesis of their own interventions in the projects as well as their architectural design philosophy in general (Triantis, 2005).

The course methodology described above was developed as part of a series of overlapping courses taught in the University of Patras and the National Technical University of Athens, Greece. They included: 1) an elective course on environmental retrofitting of buildings for 4th year architecture students at the University of Patras, who have normally attended a mandatory course on introduction to bioclimatic design of buildings the previous year (Fig. 1-4); 2) a mandatory course on building technology in the NTUA, followed by an elective course on environmental retrofitting of buildings and outdoor spaces for 5th year civil engineering students, leading to their final diplo-



Figg. 13, 14 - EcoHousing (students: A. Mattiello, F. Bove and S. Vassalluzzo).

ma research and thesis project (Figg. 5-7); 3) an elective course on environmental design applications in the built space offered as part of a graduate interdepartmental course on environment and development in the N.T.U.A. (Figg. 8-9).

Besides the above, an exchange course involving three Italian students from University of Campania and a Greek student from N.T.U.A. was conducted as part of an Erasmus-Plus program (Violano, 2018), offering a training experience of the students on experimental research and design of environmental rehabilitation of educational buildings using integrated design principles (Fig. 10). In all courses the teaching material was based both on lectures on environmental retrofitting developed by an interdisciplinary group of experts and experimental sessions in the laboratory or in situ, during which students conducted their own measurements and observations on environmental performance of buildings selected as case-studies (Kontoroupis, 1997). This combination of theory and practice worked as an interactive tool for the students who participated in the diagnostic phase, followed by the development of retrofitting scenario for each building studied. All students had the possibility of undertaking this project individually or as members of a team, but teamwork was encouraged since collaboration between designers, users and experts from various disciplines is emphasized in the course as a basis of a new philosophy in environmental design.

In addition to the experimental methods of collection and analysis of data measured in the real building situation, which led the students to a direct involvement into its environmental behaviour as a complex organism, specialized simulation tools were also used in order to assess the



environmental performance of retrofitting interventions proposed. This led not only to the acquisition of polyvalent bioclimatic skills by the students, but also to the realization of the limitations of each one and the necessity to combine experimental and simulation approaches in order to reach a deeper understanding of the environmental performance of a building, including the assessment of comfort levels of its users. In several case studies, there is in fact an emphasis on the combination of thermal and acoustic parameters in environmental comfort measurements, resulting in proposed interventions that could satisfy both sets of requirements, thus achieving an integrated comfort level for the user (Sotiropoulou, 2016).

The Italian Experience: Environmental awarely design – *Technological and environmental design is one of the topics characterising the curricula of almost all European schools of architecture. In fact, the Endecatalogue of Directive 85/384/EEC establishes that the future architect must acquire skills and knowledge to develop designs that meet both aesthetic and technical requirements and are sustainable in economic, regulatory and environmental terms. In Italy, technological subjects account for an average of 16% of the total number of disciplines in the Master's Degree Courses in the Architecture and Civil Engineering-Architecture sector, with a single five-year cycle, in accordance with art. 6 paragraph 3 of the Ministerial*

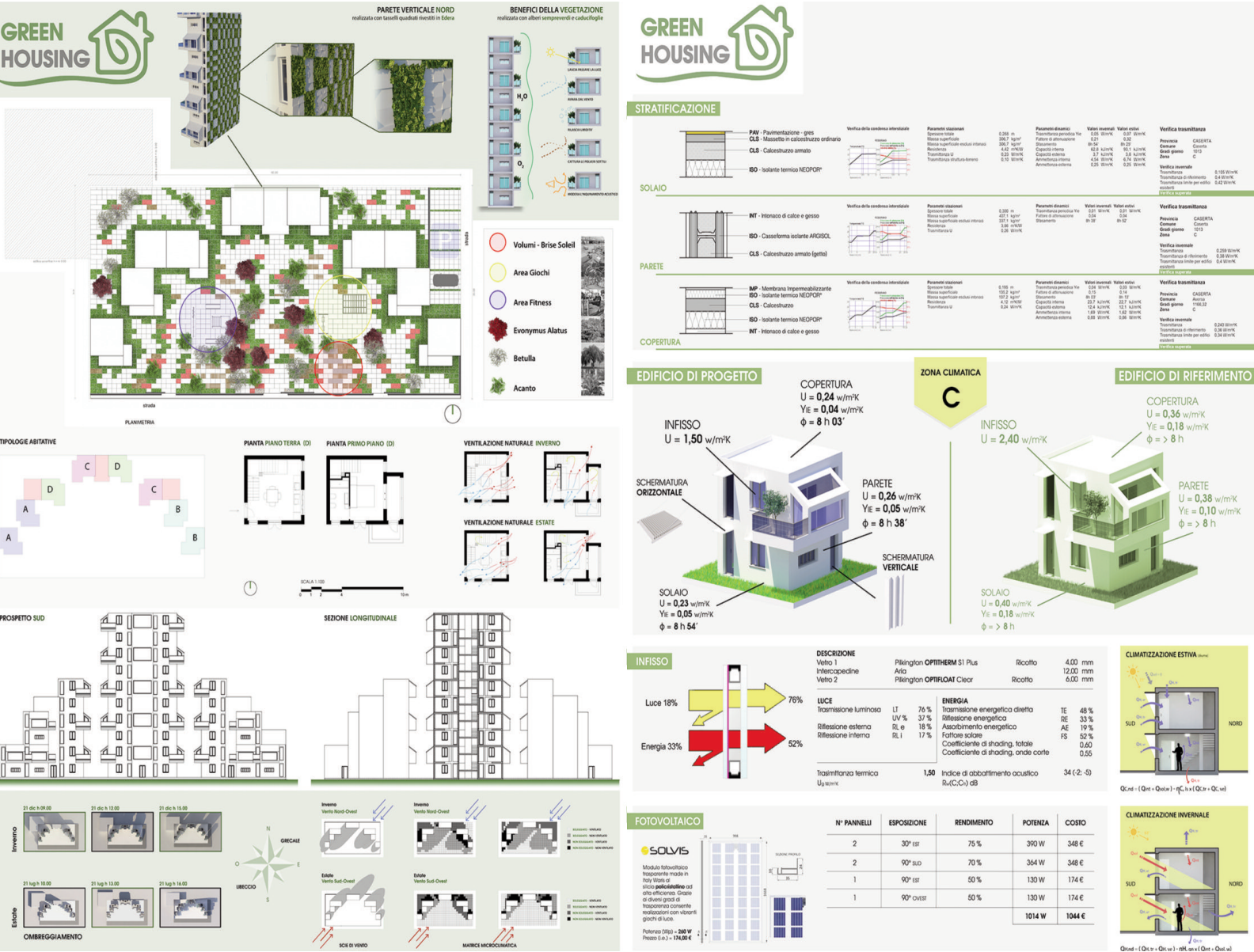


Fig. 15 - Green Housing, nZEB residential unit (students: A. Amoroso, T. Dell'Aquila, R. M. Yelo Gomez and A. Iorio).

Decree 270/04. At Vanvitelli, their weight is 26/128 CFUs divided into the following teachings: Technology of Architecture (8 CFUs at I year), Laboratory of Construction of Architecture (12 CFUs at II year), Environmental Design (6 CFUs at V year). In particular, the teaching of Environmental Design is a complex test for Architectural students. The theoretical notions and practical exercises, integral part of the course, are addressed to the application of the principles that, according to the technological culture, constitute the bases of the planning thought. These principles consider that the satisfaction of the primary needs of man is the fundamental objective to which the architectural project must aim and that all the other objectives revolve around this instance.

In the European schools of architecture (in the United Kingdom as in French and Germany), the teaching of environmentally aware design is part of a tradition that for a long time has been more focused on the environmental impact of design choices, while in Italy this sensitivity has been established, not without difficulty and with clear evidence, only in the last twenty years. While in England and Northern Europe teaching is signifi-

cantly influenced by a pragmatic attitude that considers above all the design of architecture at the service of the current and future needs of final users, in our country the hegemony of compositional disciplines has given centrality to the beautiful design of architecture as the cornerstone around which much of the educational commitment for the training of the architect has centred. Only later did the designer, the inventor of the form, try to adapt the technical-constructive and plant engineering-environmental solutions to the already prefigured stylistic choices, in order to make the project idea habitable. In Italy, Anglo-Saxon pragmatism has been combined with the local philological and historical tradition, respectful of the pre-existing, to outline an original approach that would tend, even on the impetus of some imaginative French authors (think of the landscape gardener Gilles Clément and anthropologist Marc Augé), to conjugate the reasons for practice with the needs of the spirit.

For this reason, in the current didactic experimentation, the sample areas are proposed by the students (on the basis of parameters dictated by the teacher) and the criteria for the analysis of the

constituent characters of the chosen study area will represent the basis for formulating the most appropriate design proposals, taking into account the architectural and landscape peculiarities of the place (Fig. 11). The main aim is to make students aware of the great social responsibility of the architectural project, as an operation tending to transform the physical configuration of places, which inevitably involves their mode of use and the nature of social and emotional relationships of the people who live in them. The aim is to carry out a new project and/or requalification that considers with equal attention both the characters of the building on which it is intended to work or which it is intended to design, and those of the place where it is located. This implies that each student, before starting the project, must be clearly aware of the character of the place where he intervenes, i.e. must come into deep contact with his genius loci according to the fundamental lesson of Christian Norberg Schulz (Norberg-Schulz, 2007).

Priority is given to the holistic approach to the project that integrates, at the same time, both the reasons for the quality of the building (architectural, functional and ecological) and the mainte-

nance and / or increase of the landscape and perceptual characteristics of the places of which it is an integral part. In this regard, in our opinion, the architectural project of any kind, scale and use, cannot be considered a self-referential work, independent of the context in which it falls, but always as an integral part and firmly integrated in the place of belonging. In the territory, each building responds to a percentage (more or less significant) of the needs and ambitions of the people living there. The awareness of the deep social implications of the project and the clear cognition of the articulated commitment that invests the figure of the architect depends, precisely, on the real understanding of the dynamics of interaction that are established between the building and its context.

The didactic approach proposed sees the environmental design as an extraordinary opportunity offered to the architect to influence, sometimes deeply, the transformation of our spaces of relationships. For this reason, in schools of architecture, students must be trained to respond to the needs, tangible or unexpressed, of individuals and entire communities, operating in a careful, respectful and balanced with regard to both man and the environment. At the end of the study cycle, each student must be able to understand that the need for aesthetic appeal, generated by form, colour and material, determines only a part of the acceptance of the work and, for this reason, cannot prevail over the fundamental requirements of well-being, usability and respect for the environment which must, however, represent the main assumptions of the project.

Constructive Knowledge and Environmental Sensitive: experimental technological design – Design, like search for a balance between ends and means, culture of form and culture of technique, is central in the declaratory of technological disciplines for architecture and building production, as they provide for different fields of investigation

ranging from industrial quality (product and process) to building quality (architectural and construction), until the broader concepts of urban quality, both in environmental and perceptual terms. The learning process must provide students with the skills so that the design of the built space is not defined separately from its feasibility and from the verifiability and evaluability of the appropriateness and sustainability of the choices (Fumo et al., 2017), having previously considered with constructive wisdom and environmental sensitivity all the factors that contribute to determining an efficient and comfortable building. The approach must necessarily be that of environmentally conscious behaviour, based on structured coherence between knowledge, values and behaviour.

The didactic experimentation Zero Energy Social Housing (Fig. 12), carried out with methodological parallelism with respect to the Greek model proposed in the previous paragraphs, underlined the centrality of the user in the choice of the user's target: a divorced man with two children who must be able to host periodically. It implements the interesting approach provided by the theory born in a neuro-psychological environment, of the enhancement of spatial skills (Gardner, 1983) possessed by the architect or generically by a technician (in this case the student designer), who designs the space conforms functions, morphology and performance, but also behavior and well-being of the individuals who live there.

A flexible and dynamic residential cell, aggregatable in line or tower type, has been designed around the needs of the direct user, favouring: 1) the selection of eco-compatible materials from renewable sources; 2) the choice of a high-performance construction system such as Argisol from Bioisotherm; 3) the control of thermo-hygrometric parameters, the management of direct solar radiation (to maximize free winter solar gains and minimize summer heat accumulation), the integration of renewable energy systems, natural ventila-

tion and natural lighting (correct ratio between illuminating and illuminated surface; appropriate envelope glazing index) (Figg. 13-16). The need to control external environmental, biophysical and bioclimatic factors that interfere with the building system, required a technical update not only of design and construction culture, but also tools to govern the design process. Therefore, the overall control of the choices was managed with BIM software (ALL Plan2017).

At this point, it is necessary to consider the target audience of this training action: the university students of the Degree Courses in Architecture and Engineering are a type of trainee that in most cases has the objective of integration into the world of professional work (in some cases the work experience is already in place). The professional reality for which we train these youngsters shows us that the technician must know how to do, rather than just know, and in this sense, Schank emphasizes that the only way to effectively teach someone how to do something, is to allow him to do it (Schank et al., 1994).

The design experimentation, tested in both schools of architecture and engineering, goes in this direction. The use of specialized software, through which students compare their design skills with the mandatory regulatory requirements, and the exercise of working in a team using new generation professional tools such as Building Information Modelling, falls within that sphere of learning by doing that characterizes contemporary teaching. Moreover, by linking the disciplinary contents with the achievement of concrete aims, the learning activity is perceived as interesting and stimulating because it is directly related to the updated professional practice. A greater incentive to work linked, in motivational terms, to the awareness that skills and competences are being acquired useful for pursuing concrete professional objectives, is generated spontaneously.

An added value is given by the two opportuni-



Fig. 16 - Urban Terraces, nZEB Social Housing (students: A. Marino, M. Rinaldi and T. Ruocco).



Fig. 17 - The final competition.

ties offered to students: on the one side, to obtain a Certificate of attendance at a 32-hour Course on Modeling Architecture with BIM methodology given by ALLPlan, which can be used professionally, and on the other side, to participate in a competition among peers. In fact, the 50 design ideas (panels and models) were presented in an exhibition-competition (Fig. 17) during which a Jury of Experts evaluated the projects and awarded the 10 most interesting design solutions.

Conclusions – In conclusion, the overall teaching experience (in Italy and Greece) has stimulated students' design sensitivity, systematising technological needs, regulatory requirements and environmental performance, also through the use of specialist software and design support tools such as BIM. The results are evident in the participation in international exhibitions and competitions on bioclimatic design, in which students have won awards and prizes.

From a methodological point of view, it was interesting to verify how in different environmental contexts, the analysis of the boundary factors, strongly oriented towards understanding the energy-environmental performance of the proposed design solutions, helped the students to manage an energy efficient and eco-oriented design work, without losing sight of the principle of the centrality of the direct user. In this way, the University, as the entity institutionally responsible for training the professionals of the future, has fully played its role of active promoter of technical knowledge, developing environmental awareness and specialist skills, both through motivational campaigns (exhibitions, competitions, etc.) and strong and profitable synergistic actions of research applied to teaching. All this will have a significant influence on the professional practice of the future, on the civil society that will benefit from these *modus operandi* and on the economy linked to the construction sector, both in the public and private sectors.

ACKNOWLEDGEMENTS

For the publication of this article we would like to thank the VALERE program of the University of Campania Luigi Vanvitelli that assigns contributions for the diffusion of open access research products.

The contribution is the result of a didactic experimentation conducted by the authors in collaboration. In particular, A. Violano is the author of the paragraphs: 1) *Introduction*, 4) *Constructive knowledge and environmental sensitivity: experimental Technological Design*, and 5) *Conclusions*; A. Bosco is author of: 3) *The Italian experience: Environmental Awarely Design*; A. Sotiropoulou, E. Triantis, I. Tzouvardakis and A. Stamos are the authors of the whole paragraph 2) *The Greek experience*.

REFERENCES

- Augé, M. (2009), *Nonluoghi. Introduzione a una antropologia della surmodernità*, Elèuthera, Milano.
- Bernardi, N. and Kowaltowski, D. C. C. K. (2002), "Participation of users in school buildings to attain environmental comfort", in *International conference on passive and low energy architecture 2002: Design with the environment*, July 22-26, 2002 Toulouse, France.
- Clement, G. (2005), *Manifesto del terzo paesaggio*, Quodlibet, Macerata.
- Fumo, M., Violano, A. and Castelluccio, R. (2017), "Experimental design on field: teaching methodology and educational experience", in *Proceedings of XI International Technology, Education and Development Conference (INTED2017)*, March 6-8, 2017, Valencia, Spain, pp. 2765-2775.
- Gardner, H. (1983), *Frames of mind: The Theory of Multiple Intelligences*, Basic Books, New York.
- Hawkes, D. (1997), "The user's role in environmental control: Some reflections on theory in practice", in Clements-Croome, D. (ed.), *Naturally ventilated buildings: Buildings for the senses, economy and society*, E & FN Spon, London pp. 93-104.
- Kontoroupi, G. and Triantis, E. S. (1997), "An experimental approach to teaching and research integration of energy and environment issues in the NTUA", in *2nd Florence international conference for teachers of architecture*, Florence, Italy.
- Norberg-Schulz, C. (2007), *Genius Loci*, Electa, Milano.

Sotiropoulou, A., Triantis, E., Tzouvardakis, I., Vlachos, G. and Kontonikas, K. (2016), "Integrated acoustic design in urban architecture; the case of public open-air spaces", in *23rd International Congress on Sound and Vibration*, pp. 1-8.

Schank, R. C., Fano, A., Bell, B. and Jona, M. (1994), "The Design of Goal-Based Scenarios", in *The Journal of the Learning Sciences*, vol. 3, n. 4, pp. 305-345

Steemers, K. and Steane, M. A. (eds) (2004), *Environmental Diversity in Architecture*, Spon Press, London, UK.

Triantis, E. (2005), "Environmental retrofitting of light classroom structures: an interactive design experience", in *Renewables in a changing climate, Innovation in Building Envelopes and Environmental Systems, Proceedings of CISBAT 2005*, September 28, 2005, Lausanne.

Triantis, E. (2006), "Sustainability issues in architectural education- the integrated approach", in *Passive and low energy architecture, Proceedings of 23rd international conference PLEA2006*, September 6-8, 2006, Geneva, Switzerland.

Triantis, E., Simantira, V. and Stefopoulou, K. (2005), "Sustainable design as an environmental awareness game for students and teachers", in *Sustainable construction: action for sustainability in the Mediterranean region, Proceedings of SD-MED International Conference*, June 9-11, 2005, Athens, Greece.

Violano, A., Sotiropoulou, A. and Triantis, E. (2018), "Teaching and Research the Erasmus plus experience", in *Proceedings of XII International Technology, Education and Development Conference (INTED2018)*, March 5-7, 2018, Valencia, Spain, pp. 1270-1276.

* ANTONELLA VIOLANO is Associate Professor of Technology of Architecture at the Department of Architecture and Industrial Design of University of Campania Luigi Vanvitelli, Italy. E-mail: antonella.violano@unicampania.it

** ALEXANDRA SOTIROPOULOU is Associate Professor at the School of Architecture at the Technical University of Athens, Greece. E-mail: asotiropoulou@arch.ntua.gr

*** IOANNIS TZOUVADAKIS is Professor, Retired Faculty Member of the Department of Civil Engineering at the Technical University of Athens, Greece. E-mail: itzouvad@otenet.gr

**** EUPHROSINE TRIANTIS is Adjunct Professor of the Department of Architecture at the University of Patras, Greece. E-mail: etrianti@chemeng.ntua.gr

***** ATHANASIOS STAMOS is member of the Lab & Teaching Staff of the Department of Structural Engineering at the Technical University of Athens, Greece. E-mail: stamthan@central.ntua.gr

***** ANTONIO BOSCO is Researcher of Technology of Architecture at the Department of Architecture and Industrial Design of University of Campania Luigi Vanvitelli, Italy. E-mail: antonio.bosco@unicampania.it