

Essays & Viewpoint

architecture

PENSARE COSTRUIBILE: LA DIDATTICA DI LABORATORIO TRA TECNOLOGIA E PROGETTO

THINKING CONSTRUCTIBLE: LABORATORY TEACHING BETWEEN TECHNOLOGY AND PROJECT

Sergio Rinaldi*, Gianmarco Chiribiri**, Mariarosaria Arena***

ABSTRACT

Si presenta la didattica di un Laboratorio di Progettazione Tecnologica nel quale gli studenti sono guidati in un'esperienza di progetto, alla piccola scala edilizia, in cui verificare la relazione tra ideazione e costruibilità dell'architettura. L'obiettivo formativo è educare ad una progettazione consapevole nella quale i vincoli sono opportunità e l'architettura diviene seme per la costruzione di un habitat di qualità in grado di valorizzare l'uomo, la storia e l'ambiente. Viene proposto un processo graduale di acquisizione e applicazione di metodologie e strumenti operativi dalle prime fasi di ideazione sino alle scelte di dettaglio necessarie per la realizzazione del progetto di architettura.

The paper presents the teaching of a Laboratory of Technological Design in which students are guided in a project experience, on a small scale, in which to verify the relationship between design and construction of architecture. The educational objective is to educate to a conscious planning in which the bonds are opportunities and the architecture becomes seed for the construction of a quality habitat able to valorize the man, the history and the environment. A gradual process is proposed for the acquisition and application of methodologies and operating tools from the initial phases of conception to the detailed choices necessary for the implementation of the architectural project.

KEYWORD

progettazione tecnologica, sperimentazione didattica, piccola scala, tools digitali, B.I.M.

technological design, didactic experimentation, small scale, digital tools, B.I.M.

La didattica in un Laboratorio di Progettazione Tecnologica di un Corso magistrale in Architettura, che forma laureati generalisti, deve essere orientata a fornire non solo competenze ad ampio raggio, ma soprattutto un metodo per affrontare il progetto di architettura abituando lo studente a ricercare soluzioni appropriate e realizzabili (Matteoli and Peretti, 2013). A tal fine si privilegiano temi di progetto alla piccola scala edilizia sui quali verificare la relazione tra ideazione e costruibilità dell'architettura. L'obiettivo formativo che si persegue è guidare gli studenti verso una progettazione consapevole che consideri i vincoli come opportunità e l'architettura come seme della generazione di un habitat di qualità in grado di valorizzare l'uomo, la storia e l'ambiente.

Il Corso si colloca al secondo anno, quindi all'interno di una prima fase formativa sia rispetto al curriculum generale del Corso di Laurea che a quello della specifica filiera disciplinare. Le conoscenze richieste in ingresso sono quelle fornite dal Corso di Tecnologia del primo anno e, quindi, si da per acquisita la conoscenza dei principali sistemi tecnologici e materiali e il controllo dei linguaggi connessi all'approccio esigenziale-prestazionale. I risultati attesi in uscita sono sostanzialmente: a) la consapevolezza della densità di momenti decisionali connessi con il progetto costruibile, anche alla piccola scala, e la capacità di sottoporre a verifica l'invenzione dell'architettura con le fasi della realizzazione, della qualità prestazionale e della coerenza normativa; b) l'acquisizione degli strumenti operativi per la corretta rappresentazione del progetto alle scale descrittive e di dettaglio; c) l'utilizzo dei repertori tecnici disponibili in letteratura nonché dei sussidi messi a disposizione dalla produzione; d) primi approcci con *tools* e nuove metodiche di supporto al progetto per la verifica preventiva degli esiti prestazionali delle scelte e per la gestione del progetto nell'ottica della sua realizzabilità.

Nel Laboratorio si svolge prevalentemente attività progettuale/sperimentale, coadiuvata da lezioni teoriche, seminari, esercitazioni e verifiche periodiche dell'apprendimento. Le lezioni frontali forniscono le nozioni teoriche e le conoscenze da applicare nell'iter di svolgimento del progetto e sono anche lo spunto per approfondimenti e ricerche da condurre a casa. Il loro contenuto è sempre rivolto al progetto ossia orientato a indicare possibili soluzioni ai diversi aspetti via via proposti

dallo svolgimento del tema d'anno¹. Prima di affrontare il tema del Laboratorio, gli studenti svolgono un'esercitazione preparatoria, della durata di tre settimane, consistente nel progetto esecutivo di un elemento tecnologico complesso (una scala, un tetto una chiusura perimetrale) appartenente ad un'opera di architettura contemporanea. Questa prima verifica progettuale viene svolta in aula individualmente e disegnando a mano; è prevista la discussione dei risultati e un giudizio sugli elaborati che costituisce uno degli elementi per la valutazione finale dell'allievo. Il lavoro sul tema d'anno viene svolto in gruppi di massimo tre unità. Il lavoro in gruppo abitua gli studenti alla collaborazione e al confronto nello sviluppo e nella definizione dell'idea progettuale. Una mostra delle tavole finali e dei modelli conclude le attività del laboratorio in coincidenza con le date di esame finale.

Il tema del Laboratorio è presentato agli studenti da un disciplinare che descrive le condizioni di partenza e i vincoli da rispettare e definisce i risultati attesi in termini sia quantitativi (elaborati da produrre) che qualitativi (correttezza e completezza dei contenuti)². Uno dei momenti fondamentali del laboratorio è rappresentato dal metaprogetto; questo passaggio scaturisce da un workshop intensivo in aula di due giornate di lavoro, nelle quali sotto la guida della docenza e con momenti di brainstorming collettivo, viene elaborata la fase di impostazione del progetto prefigurandone gli esiti finali. Si producono schizzi concettuali in cui vengono fissate le prime idee relative a: distribuzione, configurazione, tecnologia, qualità energetica ed altro. Si utilizzano schemi e disegni, non in scala ma proporzionati, integrati da appunti scritti e diagrammi (Figg. 1-3). Si realizzano anche piccoli plastici di studio.

Si valutano ipotesi alternative che vengono poi sottoposte a verifiche di appropriatezza dal punto di vista della fruibilità, del benessere, della qualità ecologica, della costruibilità e della conformità alle normative. Particolare spazio è riservato nel corso del lavoro, alla formazione di un personale repertorio di conoscenze e riferimenti progettuali e tecnico costruttivi ricavati da esempi di architettura di qualità e da archivi tecnici, attenti all'innovazione, dai quali attingere per un uso virtuoso della 'copia'. L'esercizio della copia è didatticamente utile perché forma la capacità di selezionare riferimenti linguistici e dettagli costruttivi che

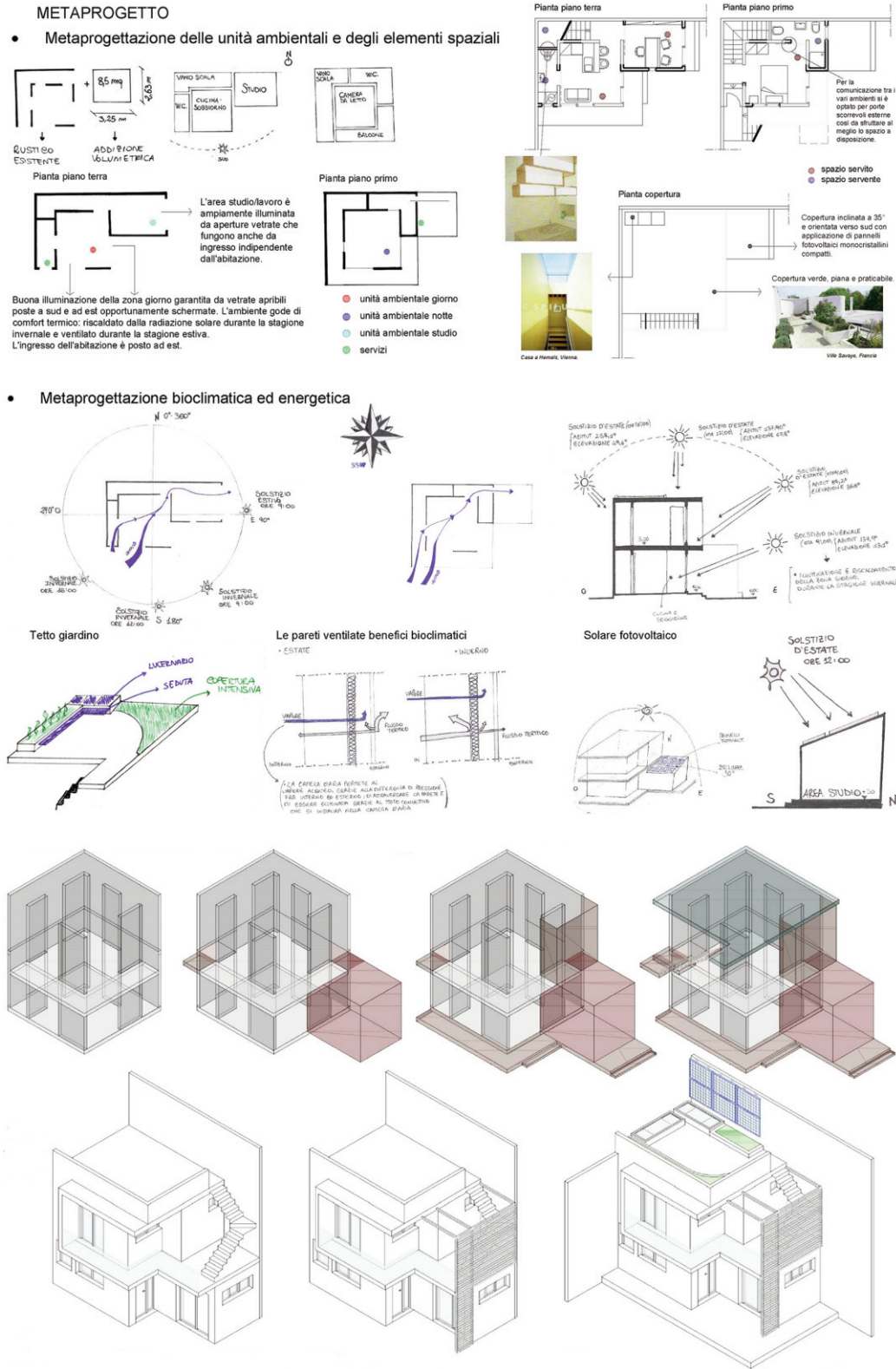


Fig. 1-3 - From the top: Meta-project of environmental units and spatial elements; Bioclimatic and energetic meta-project; Volumetric additions and configuration of envelope (students: S. Angelino, G. Capuano and G. Gondola, a.y. 2014/15).

devono necessariamente essere rielaborati e contestualizzati nell'ipotesi di progetto. Ulteriore contributo alla formazione del futuro professionista è l'introduzione all'applicazione di processi operativi B.I.M. che, essendo ormai indispensabili strumenti di gestione e produzione del progetto contemporaneo, devono costituire una modalità operativa abituale per studenti di architettura.

Si è proposto, inoltre, l'uso di software gratuiti user friendly per il controllo degli aspetti connessi alla qualità ambientale e tecnologica del progetto³.

L'utilizzo di questi supporti ha costituito un tentativo di abituare lo studente a verificare, man mano che il progetto si definisce, le ricadute che le scelte sia di materiali e sistemi tecnologici che di configurazioni e schemi distributivi hanno sulla qualità prestazionale degli edifici. Questa esperienza è stata accolta con interesse dagli allievi e condotta con impegno, tuttavia si è riscontrato, anche nei casi più riusciti, la tendenza a considerare le verifiche effettuate un po' come fini a se stesse, senza significativi feedback sulle decisioni di progetto.

Per tanto, occorrerà probabilmente, correggere leggermente il tiro fornendo maggior supporto tutoriale e anticipando nelle prime fasi di svolgimento del lavoro il ricorso a questi supporti.

Descrizione ed esiti dei temi di Laboratorio – Nel corso degli ultimi anni il Laboratorio ha proposto agli studenti il progetto di edifici di piccola e piccolissima dimensione, da definire in ogni parte, da pensare con tecnologie costruttive a secco, in un'ottica di qualità e sostenibilità del processo edilizio. I temi proposti hanno presentato caratteristiche differenti per affrontare aspetti dell'intervento edilizio significativi delle condizioni attuali dell'operare architettonico: unità abitative smontabili ad elevata efficienza energetica e completamento di edifici non finiti. Per il progetto di nuove unità abitative il riferimento è stata la competizione Solar Decathlon⁴. Il tema di progetto fissa i vincoli del Solar Decathlon: edificio unifamiliare con superficie totale utile di 70 mq di altezza massima 6 metri e non eccedente il solar envelope – tronco di piramide di base inferiore 20 x 20 m e di base superiore 10 x 10 m (Capobianco, Rinaldi and Violani, 2017).

Dal punto di vista della costruzione, è richiesto che l'edificio sia realizzato con tecnologie a secco prefabbricate. Per la definizione costruttiva del progetto è fondamentale la decisione sugli assetti e le stratificazioni tecnologiche relative ai tre sub sistemi di involucro: attacco a terra; chiusure perimetrali; copertura (Zanelli and Giurandella, 2010). La progettazione di questi edifici energeticamente intelligenti può essere eseguita seguendo fondamentalmente due approcci progettuali tra loro compatibili: 1) la progettazione secondo criteri bioclimatici con sistemi solari passivi, lì dove l'edificio stesso, attraverso i suoi elementi costruttivi, capta, accumula e trasporta al suo interno l'energia ricavata da fonti rinnovabili; 2) l'integrazione alle strutture edilizie dei sistemi solari attivi, che captano, accumulano e utilizzano l'energia proveniente da fonti rinnovabili con una tecnologia di tipo impiantistico.

L'individuazione del tema risponde all'esigenza, ritenuta significativa e rappresentativa dello scenario del progetto contemporaneo, di affrontare il tema del nuovo edificio efficiente funzionalmente ed energeticamente, poco impattante sul suolo nella prospettiva di una evoluzione del processo costruttivo che include fasi di progettazione di dettaglio, di costruzione industriale e di operazioni in cantiere pianificate ed esperte (Zambelli, 2010). Le indicazioni di progetto hanno incluso vincoli precisi in termini dimensionali, volumetrici e di occupazione di suolo. L'esercizio proposto avvia gli studenti a progettare nel rispetto di regole precise, imparando a sviluppare un concept nell'ambito di un perimetro ristretto di regole, come di norma avviene nella pratica professionale (Fig. 4).

Considerato il livello dell'utenza i vincoli proposti sono semplici ma rigidi. Nello specifico, agli studenti sono stati proposti quattro layout planovolumetrici da assumere come base vincolante per lo sviluppo del progetto. Il procedere dell'attività formativa, che è stata replicata per due anni di corso, ha evidenziato come, alla rigidità dei vincoli proposti, ha corrisposto una capacità di sviluppo e approfondimento rivolta alla definizione degli aspetti configurativi, ambientali e materici. L'attenzione progettuale è stata rivolta verso la

definizione del dettaglio e la sostenibilità energetica e ambientale, che sono stati assunti come elementi fondanti dell'idea di progetto. È stata anche stimolata l'attenzione al processo costruttivo, ossia alla relazione tra il progetto e la sua costruibilità.

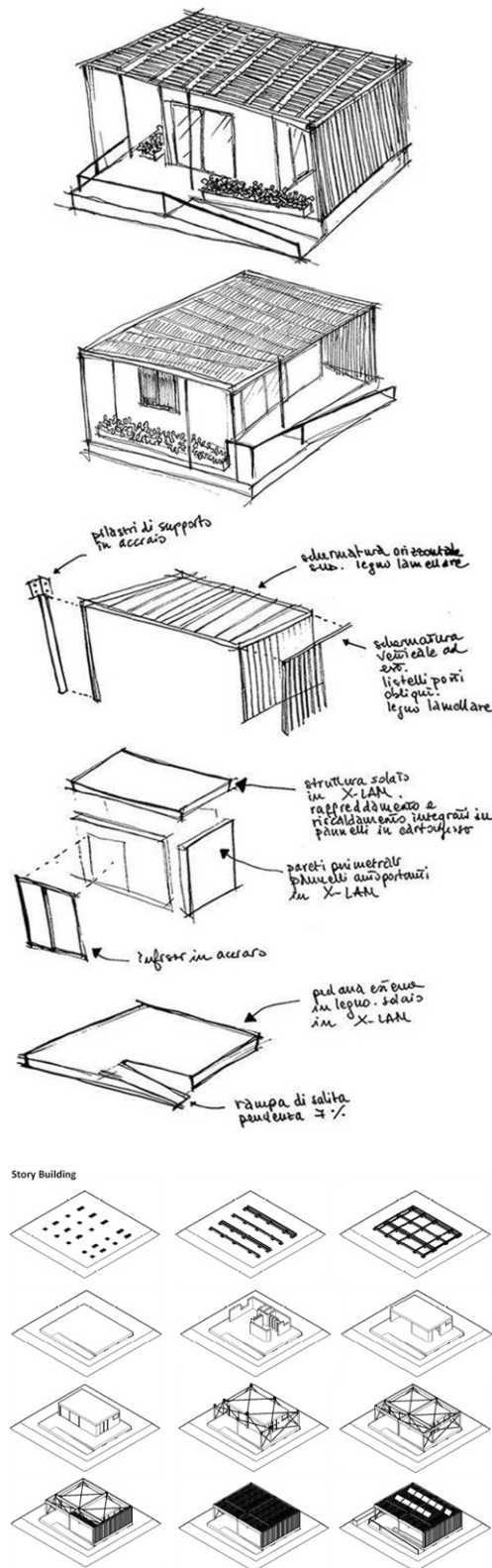
Nell'esercitazione proposta, fondata sulle tecnologie costruttive assemblate a secco, il tema è stato articolato in due fasi: 1) la progettazione del dettaglio costruttivo di nodo, compatibile con le tecnologie adottate e definito attraverso la ricerca e la conoscenza delle soluzioni disponibili in repertorio; 2) la predisposizione di uno schema di montaggio delle parti, articolato nelle fasi di costruzione in una sorta di time laps del completamento dell'edificio, dalla posa della fondazione al completamento di finiture e impianti (Fig. 5). In riferimento agli aspetti energetici, sono state proposte soluzioni differenti fondate su sistemi passivi attraverso un'analisi di dettaglio delle soluzioni tecnologiche d'involucro. È stato inoltre richiesto il dimensionamento di un impianto fotovoltaico da calcolare sulla base del fabbisogno dell'edificio.

Un altro tema sviluppato nel laboratorio è stato il progetto di un piccolo edificio residenziale, per una persona che vive da sola e lavora in casa, a partire da un rustico in cemento armato da completare con chiusure e partizioni interne leggere prefabbricate da montare a secco. Il fabbricato poteva essere integrato da piccole addizioni volumetriche connesse con le esigenze abitative e funzionali dell'alloggio. Le condizioni iniziali prevedono che il rustico sia inserito in un lotto urbano di cui sono definiti confini, accessi e condizioni di prospicienza con edifici confinanti. Questo tema affronta un'altra condizione significativa degli attuali scenari con cui si confronta il progetto, ovvero quello della riqualificazione di edifici esistenti degradati e privi di qualità, riportandolo ad un livello minimale che non distoglie l'attenzione dai criteri di una riconfigurazione energeticamente e ambientalmente sostenibile, da cui scaturisce l'idea di progetto.

Il tema delle addizioni volumetriche fa riferimento alle microarchitetture parassite ed è stato proposto sia nel suo aspetto configurativo che come tema tecnologico di connessione tra le tecnologie prefabbricate e sistemi esistenti realizzati con tecnologie tradizionali (Serrats, 2012) (Figg. 6, 7). L'addizione volumetrica, contenuta entro il 20% della superficie del rustico e quindi non oltre i dieci metri quadri, non deve avere fondazione e sarà, in tutti i casi, agganciata e portata dalle strutture esistenti. È richiesto anche il progetto della copertura, che potrà essere inclinata o piana e praticabile, così come l'integrazione architettonica di sistemi attivi di produzione energetica (fotovoltaico, solare, termico, microeolico). Il tema del completamento di un rustico edilizio è stato proposto anche a scala più ampia in un laboratorio che ha avuto ad oggetto il completamento di un rustico multipiano, costituito da sei minialloggi più uno spazio da destinare ad attività condominiali, per il quale è stata richiesta la configurazione d'involucro, l'addizione volumetrica e il progetto della scala e della copertura (Figg. 8, 9). L'ampliamento e la definizione dell'immagine complessiva dell'edificio in questo caso ha condotto l'esercitazione di progetto al confronto con un sistema edilizio meno singolare che ha richiesto la capacità di definire soluzioni modulari oppure soluzioni articolate e differenziate anche in relazione alle esigenze

bioclimatiche, sempre nel rispetto del vincolo progettuale dei sistemi a secco (Figg. 10, 11).

L'approccio B.I.M. per il progetto di Laboratorio – L'utilità didattica nell'introduzione dei primi rudimenti dell'approccio B.I.M. è mirata a far comprendere allo studente, che non ha ancora acquisito un metodo progettuale definito, l'importanza della multidisciplinarietà intesa come comunicazione tra i vari professionisti e attori del progetto e



Figg. 4, 5 - Concept and construction sequence of a house for the Solar Decathlon (students: G. Altieri, P. Pianese and M. Pellino, a.y. 2013/14).

l'importanza dell'acquisizione di un linguaggio tecnico appropriato in grado di facilitare e rendere corretta la comunicazione e la condivisione di informazioni tra i vari professionisti. L'approccio B.I.M. consente un dialogo così aggiornato e approfondito da poter parlare non tanto di semplice multidisciplinarietà, ma in maniera più complessa e innovativa di interdisciplinarietà, dove la comunicazione tra i professionisti è istantanea e sempre aggiornata. L'esperienza didattica è stata condotta nel modulo di Abilità Informatiche (2 CFU), integrato al Laboratorio di Costruzione dell'Architettura, le cui ore sono state impiegate per impartire i primi rudimenti del B.I.M. con l'ausilio di un esperto titolare di una società informatica con cui il Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale dell'Università degli Studi della Campania Luigi Vanvitelli ha sottoscritto un accordo⁵. È stato concesso agli studenti di utilizzare una apposita licenza gratuita del software, e sono stati poi guidati e aiutati nell'installazione e nella procedura di attivazione del prodotto. Durante le ore messe a disposizione, l'esperto ha spiegato e illustrato innanzitutto i comandi del programma, e la logica generale di funzionamento di un software B.I.M.

Si è avviata poi la costruzione del modello base relativo all'edificio su cui sviluppare il progetto di Laboratorio, un piccolo rustico in cemento armato per il quale immaginare completamenti e piccoli ampliamenti con strutture prefabbricate leggere. Si è riscontrato che gli studenti recepiscono più velocemente e in maniera più chiara alcune tematiche del Corso, vedendole poi applicate e anche approfondite con l'utilizzo dei comandi nel programma. L'approccio B.I.M. presenta, infatti, significativi vantaggi rispetto al flusso di lavoro con utilizzo di un CAD 2D o, ancor meglio, rispetto alle metodologie di lavoro totalmente manuali del recente passato: tutti gli elaborati di un progetto – piante, sezioni e prospetti inclusi – sono generati automaticamente dal modello centrale anziché essere manualmente creati e mantenuti ad uno ad uno. Quanto esposto agli studenti è stato applicato sia nella fase di metaprogetto, che successivamente nella fase del progetto e della stesura degli elaborati finali.

La validità dell'esperienza condotta si è confermata nel momento della definizione dei nuovi elementi tecnologici di progetto che, proponendo soluzioni innovative, non erano compresi nelle pur ricche librerie di cui è dotato il software utilizzato. Per questo motivo gli studenti hanno dovuto chiarire, in primo luogo a sé stessi, la dettagliata caratterizzazione dei diversi strati funzionali e dei materiali che intendevano utilizzare per la realizzazione dei nuovi involucri e partizioni interne richiesti dallo svolgimento del tema d'anno.

In definitiva, l'obiettivo di questa esperienza, cioè impartire agli studenti i rudimenti dell'ambiente di lavoro B.I.M. e aprire le loro menti verso un approccio più complementare e multidisciplinare del progetto architettonico, è stato, nonostante le difficoltà iniziali, sostanzialmente raggiunto. Gli studenti hanno consegnato un lavoro finale più completo e hanno dimostrato, in sede di valutazione, di aver acquisito una maggiore e più completa coscienza del progetto e conoscenza degli elementi costruttivi e delle tecnologie adottate o prese in considerazione nei loro progetti. In sintesi, l'approccio al software B.I.M. per degli studenti iscritti al secondo anno di un Corso di Laurea magistrale in Architettura è risultato altamente

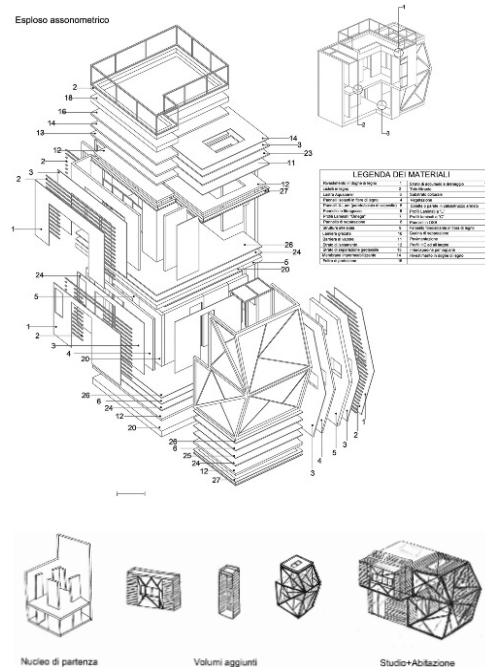
positivo e ha avuto come riscontro il conseguimento di un livello alto, in termini didattici, e un apprendimento delle tematiche della materia molto più approfondito e specifico. Tanto più in un Laboratorio di Progettazione Tecnologica, nel quale la dettagliata definizione degli elementi costruttivi che richiede il modello dell'edificio in ambiente B.I.M., impone sin dalle prime fasi del progetto di ragionare in termini di costruibilità di ciò che viene immaginato.

Conclusioni – Volendo, in modo sintetico, fare una riflessione sulle esperienze didattiche descritte, si rileva come punto di forza la partecipazione, spesso entusiasta, ed il coinvolgimento attivo della quasi totalità degli allievi. Altro aspetto incoraggiante è il significativo delta tra le competenze e le consapevolezze in ingresso e quelle conseguite al termine del laboratorio, che si manifesta, tra l'altro, nella scoperta della costruibilità come requisito etico del progetto. Le criticità e punti di debolezza sui quali lavorare riguardano, la difficoltà ad uniformarsi rigorosamente alle regole e ai vincoli proposti dal disciplinare che accompagna il tema d'anno e la integrazione tra le verifiche condotte attraverso i software di supporto e gli esiti di progetto. Per quanto riguarda l'approccio B.I.M., la sua recente introduzione nella didattica di laboratorio non consente, ancora, di tracciare un bilancio anche se si rilevano incoraggianti segni di interesse e curiosità da parte degli studenti.

ENGLISH

The didactics in a Laboratory of Technological Design of a Master Course in Architecture, which trains generalist graduates, must be oriented to provide not only wide-ranging skills, but especially a method to address the project of architecture, training the student to seek appropriate and feasible solutions (Matteoli and Peretti, 2013). To this end, the focus is on small-scale building projects in which to verify the relationship between the design and construction of architecture. The educational objective is to guide students towards a conscious design that considers constraints as opportunities and architecture as the seed of the generation of a quality habitat that enhances man, history and the environment.

The Course is in its second year, therefore within a first training phase with respect to both the general curriculum of the Degree Course, and the specific disciplinary field. The knowledge required in entry are those provided by the Technology Course of the first year and, therefore, the knowledge of the main technological systems and materials and the control of languages related to the demanding performance approach are acquired. The expected output results are substantially: a) the awareness of the density of decisional moments connected with the project that can be built, even on a small scale, and the ability to subject the invention of architecture to verification with the phases of implementation, performance quality and regulatory consistency; b) the acquisition of operational tools for the correct representation of the project at the descriptive and detailed levels; c) the use of the technical repertoires available in the literature as well as of the subsidies made available by the production; d) the first approaches with tools and new methods of support to the project for the preventive verification of the



Figg. 6, 7 - From the top: Project concept, from rustic to additionally completed; Completion of a rough building, exploded view (students: C. Bocchino and M. T. Ferrara, a.y. 2014/15).

performance results of the choices and for the management of the project in view of its feasibility.

The Laboratory is mainly involved in project/experimental activities, assisted by theoretical lessons, seminars, exercises and learning assessments. The frontal lessons provide the theoretical notions and the knowledge to be applied in the course of the project and are also the starting point for in-depth studies and research to be conducted at home. Their content is always aimed at the project: it is oriented to indicate possible solutions to the various aspects proposed by the development of the theme of the year¹. Before addressing the theme of the Laboratory, the students carry out a preparatory exercise, lasting three weeks, consisting of the executive design of a complex technological element (a staircase, a roof, a perimeter closure) belonging to a work of contemporary architecture. This first design check is carried out in the classroom individually and by hand; the results will be discussed and a judgment will be made on the papers, which is one of the elements for the student's final evaluation. The work on the year's theme is carried out in groups of up to three units. Group work accustoms students to collaboration and confrontation in the development and definition of the project idea. An exhibition of the final tables and models concludes the activities of the laboratory coinciding with the dates of the final examination.

The theme of the Laboratory is presented to students by a specification that describes the starting conditions and constraints to be respected and defines the expected results in terms of both quantity (projects to fulfill) and quality (correctness and completeness of the contents)². One of the fundamental moments of the laboratory is represented by the meta-project; this passage springs from an intensive workshop in the classroom of two working days, in which under the guidance of the teacher and with moments of collective brain-

storming, the setting phase of the project is elaborated, prefiguring its final results. Conceptual sketches are produced setting out the first ideas for: distribution, configuration, technology, energy quality and more. Patterns and drawings used are not to scale but proportioned, supplemented by written notes and diagrams (Figg. 1-3). Small studio plastics are also produced.

Alternative hypotheses are evaluated and then subjected to tests of appropriateness from the point of view of usability, wellbeing, ecological quality, construction and compliance with regulations. Particular space is reserved in the course of the work, for the training of a personal repertoire of knowledge and design and technical-building references derived from examples of quality architecture and technical circles, attentive to innovation, from which to draw for a virtuous use of the copy. The exercise of copying is didactically useful because it forms the ability to select linguistic references and constructive details that must necessarily be reworked and contextualized in the project hypothesis. A further contribution to the training of the future professional is the introduction to the application of BIM operating processes that, as a crucial management and production tools of the contemporary project, must constitute a habitual operating mode for architecture students.

The proposition included the use of user-friendly open-source software to control the aspects connected with both the environmental and technological quality of the project³. Employing these supports was an attempt to accustom the student to verify, as the project is defined, the effects that the choices of both materials and technological systems, configurations and distribution schemes have on the performance of the buildings. This experience was greeted with interest by the students and rigorously conducted, however it was observed, even in the most successful cases, the tendency to consider the verifications carried out as ends in themselves, without significant feedback on the project decisions. Therefore, it will probably be necessary to slightly adjust by providing more tutorial support and anticipating the use of these supports in the early stages of the work.

Description and results of the themes of the Laboratory – In recent years the Laboratory has proposed to students the design of small and very small buildings, to be defined in every part, to be designed with dry construction technologies, in view of quality and sustainability of the construction process. The proposed themes presented different characteristics for dealing with significant aspects of building intervention in the current conditions of architectural work: energy-efficient detachable housing units and the completion of unfinished buildings. The Solar Decathlon⁴ competition was the reference for the design of new housing units. The design theme sets the constraints of the Solar Decathlon: a single-family building with a total usable area of 70 square metres, a maximum height of 6 metres and not exceeding the solar envelope – a truncated base pyramid of less than 20 x 20 m and a base of more than 10 x 10 m (Capobianco, Rinaldi and Violano, 2017).

From the construction point of view, it is required that the building is built with prefabricated drywall technologies. For the construction definition of the project is fundamental the decision on

the arrangements and technological stratifications relating to the three sub systems of envelope: ground connection, perimeter closures, roofing (Zanelli and Giurdanella, 2010). The design of these energetically intelligent buildings can be carried out following two fundamentally compatible design approaches: 1) the design according to bioclimatic criteria with passive solar systems, where the building itself, through its construction elements, collects, stores and transports inside the energy obtained from renewable sources; 2) the integration to the building structures of active solar systems, which capture, store and use energy from renewable sources with a plant technology type.

The identification of the theme responds to the need, considered significant and representative of the contemporary design scene, to address the theme of the new building functionally and energetically efficient, with little impact on the ground in the perspective of an evolution of the construction process that includes phases of detailed design, industrial construction and experienced on-site operations (Zambelli, 2010). The project indications included precise constraints in terms of size, volume and land occupation. The proposed exercise encourages students to design in accordance with specific rules, learning to develop a concept within a limited set of rules, as is usually the case in professional practice (Fig. 4).

Considering the level of users, the proposed constraints are simple but rigid. Specifically, four planovolumetric layouts were proposed to the students as a constraining basis for the development of the project. The progress of the training activity, which has been repeated for two years, has shown how the rigidity of the proposed constraints has been matched by a capacity for development and in-depth analysis aimed at defining the configurative, environmental and material aspects. The design attention was focused on the definition of detail and energy and environmental sustainability, which were taken as the cornerstones of the

project idea. Attention was also stimulated to the constructive process, i.e. to the relationship between the project and its construction.

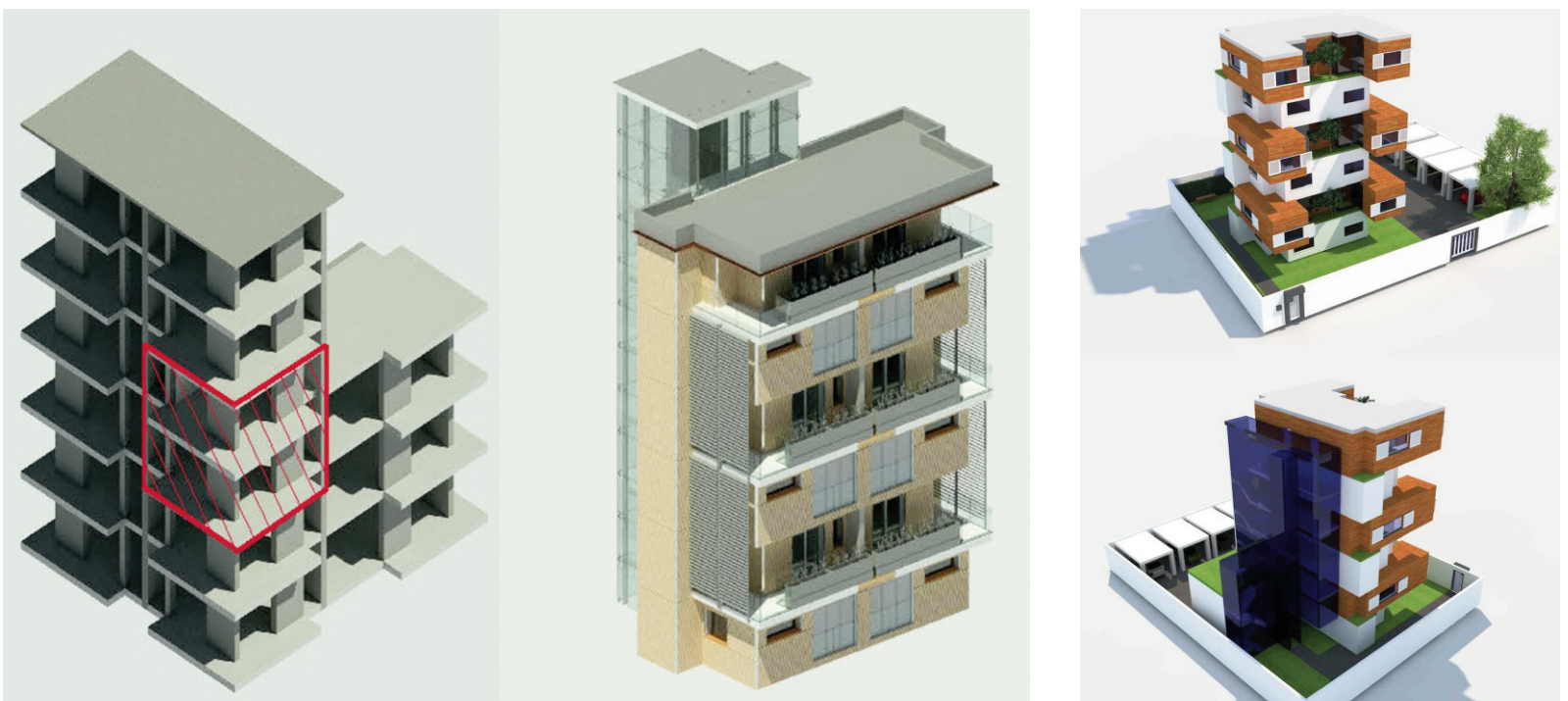
In the proposed exercise, based on dry assembly construction technologies, the theme was divided into two phases: 1) the design of the node construction detail, compatible with the adopted technologies and defined through research and knowledge of the solutions available in the repertoire; 2) the preparation of a parts assembly scheme, divided into the construction phases into a sort of time laps for the completion of the building, from the laying of the foundation to the completion of finishing and systems (Fig. 5). With reference to the energy aspects, different solutions based on passive systems were proposed through a detailed analysis of the technological solutions of the envelope. In addition, a dimensioning was requested for a photovoltaic system to be calculated on the basis of the building's needs.

Another theme developed in the workshop was the design of a small residential building for a person who lives alone and works in the house, starting with a reinforced concrete structure to be completed with closures and prefabricated lightweight internal partitions to be mounted dry. The building could be complemented by small volumetric additions related to the housing and functional needs of the housing. The initial conditions are that the farmhouse is located in an urban lot of which are defined boundaries, access and conditions of view with neighboring buildings. This theme addresses another condition of the current scenarios with which the project is confronted, namely the redevelopment of degraded and quality-free existing buildings, bringing them back to a minimal level that does not distract attention from the criteria of an energetically and environmentally sustainable reconfiguration, from which the project idea springs.

The theme of volumetric additions refers to parasitic microarchitectures and has been proposed both in its configurative aspect and as a tech-

nological theme of connection between prefabricated technologies and existing systems made with traditional technologies (Serrats, 2012) (Figg. 6, 7). The volumetric addition, counted as black with-in 20% of the surface of the farmhouse and therefore not more than ten square meters, must have no foundation and will, in all cases, be hooked up and brought by the existing structures. Also required is the design of the roof, which can be tilted or flat and practicable, as well as the architectural integration of active energy production systems (photovoltaic, solar, thermal, micro wind). The theme of the completion of a building was also proposed on a larger scale in a laboratory that had as its object the completion of a multi-storey, consisting of six mini dwellings plus a space to be destined to condominium activities, for which was requested the configuration of the envelope, the addition of volumetric and the design of the staircase and roof (Figg. 8, 9). The expansion and definition of the overall image of the building in this case led the project exercise to a comparison with a less singular building system that required the ability to define modular solutions or articulated and differentiated solutions also in relation to bioclimatic needs, always in the re-appearance of the design constraint of dry systems (Figg. 10, 11).

The B.I.M. approach for the Laboratory project – The didactic utility in the introduction of the first rudiments of the B.I.M. approach. is aimed at making the student understand, who has not yet acquired a defined design method, the importance of multidisciplinary understood as communication between the various professionals and actors of the project and the importance of acquiring an appropriate technical language that can facilitate and make correct the communication and sharing of information between the various professionals. The B.I.M. approach allows such an updated and in-depth dialogue that it is possible to speak not so much about simple multidisciplinary, but in a



Figg. 8, 9 - Completion of a multi-storey rough building: design layout. Left: students M. Scotto di Uccio and I. Buompane. Right: students F. Pezone, A. Orti and L. Verde, a.y. 2016/17.

more complex and innovative way about interdisciplinarity, where communication between professionals is instantaneous and always up to date.

The didactic experience has been carried out in the Informatics Skills Module (2 CFU), integrated in the Laboratorio di Costruzione dell'Architettura, whose hours have been used to impart the first rudiments of the B.I.M. with the help of an expert owner of an IT company with which the Department of Archi-Texturing and Industrial Design of the University of Campania Luigi Vanvitelli has signed an agreement⁵. Students were allowed to use a special free software license and were then guided and helped in the installation and activation procedure of the product. During the hours made available, the expert first explained and illustrated the program's commands and the general operating logic of a B.I.M. software.

The construction of the basic model of the building on which to develop the Laboratory project, a small reinforced concrete farmhouse for which to imagine complements and small extension with prefabricated lightweight structures, has also begun. It was found that the students understood more quickly and more clearly some themes of the Course, and then saw them applied and even deepened with the use of commands in the program. The B.I.M. approach has, in fact, significant advantages over the workflow using 2D CAD or, even better, over the total-manual working methods of the recent past: all the drawings of a project – including plans, sections and prospects – are automatically generated by the central model instead of being manually created and maintained one by one. What was exposed to the students was applied both in the meta-project phase and afterwards in the project phase and in the drafting of the final papers. The validity of the experience has been confirmed by the definition of the new technological elements of the project which, proposing innovative solutions, were not included in the rich libraries of the software used. For this reason, the students had to clarify, first of all in themselves, the detailed characterization of the different functional layers and materials that they intended to use for the construction of the new enclosures and internal partitions required by the development of the theme of the year.

Ultimately, the objective of this experience, which is to give students the rudiments of the B.I.M. work environment and open their minds towards a more complementary and multidisciplinary approach to architectural design, has been, despite initial difficulties, substantially achieved. The students delivered a more complete final work and demonstrated during the evaluation that they had acquired a greater and more complete awareness of the project and knowledge of the constructive elements and technologies adopted or taken into consideration in their projects. In summary, the approach to B.I.M. software for students enrolled in the second year of a Master of Architecture degree course was highly positive and was reflected in the achievement of a high level, in terms of teaching, and a much more in-depth and specific learning of the issues of the subject. All the more so in a Technological Design Laboratory, in which the detailed definition of the construction elements that the model of the building in a B.I.M. environment requires, from the very beginning of the project, to reason in

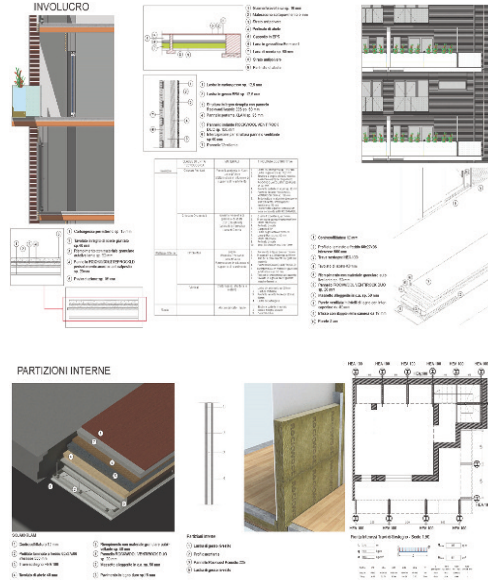


Fig. 10, 11 - Construction of the new envelope at openings and on a blind wall, of the new floors and partitions: characterization of functional layers and materials necessary for the definition of the B.I.M. model (students: M. Scotto di Uccio and I. Buompane, a.y. 2016/17).

terms of the constructability of what is imagined.

Conclusions – Wanting, in a synthetic way, to reflect on the didactic experiences described, the strong point is the participation, often enthusiastic, and the active involvement of almost all the students. Another encouraging aspect is the significant delta between the skills and awareness in ingested and those achieved at the end of the workshop, which is manifested, among other things, in the discovery of constructability as an ethical requirement of the project. The criticalities and weaknesses on which to work concern the difficulty in complying rigorously with the rules and constraints proposed by the regulations that accompany the theme for the year and the integration between the verifications carried out through the support software and the project results. As far as the B.I.M. approach is concerned, its recent introduction in laboratory didactics does not yet allow to draw a balance, even if there are encouraging signs of interest and curiosity from the students.

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 common reflection of the authors. However, the paragraphs *Introduction* and *Conclusions* are to be attributed to S. Rinaldi, the paragraph *Description and results of the themes of the Laboratory* to M. Arena and the paragraph *The BIM approach for the laboratory project* to G. Chiribiri.

NOTES

1) The lessons are referred to the following thematic groups: a) General technical information (integrating the knowledge acquired in the course of Architecture Technology); b) Formation of repertoires of construction solutions compatible with the theme of the year (allows to formulate the meta-project); c) Theoretical and operational insights on the construction of the proj-

ect (allows to elaborate the final project).

2) A brief e-book is provided, which contains the description of the theme to be carried out and is accompanied by examples, extracted references of standards and guidelines such as to constitute a real reference subsidiary.

3) The following are used: PAN 7.0 of A.N.I.T. (national association Thermoacustica) for the thermal, hygrometric and dynamic analysis of the opaque envelope; VELUX Daylight Visualizer to simulate natural light evaluating its distribution in environments both quantitatively and qualitatively; Pilkington Spectrum to compose the glass surfaces and calculate their luminous and energetic performance.

4) Born on the initiative of the US Department of Energy, Solar Decathlon represents a real Olympics for Universities in the design and construction of energy self-sufficient prototypes powered by solar energy. The objectives of the competition are to combine the theme of energy efficiency in homes, which are conceived as actual energy accumulators, with the innovation of building systems.

5) The software used is ALLPLAN from Nemetschek Company. The agreement was signed with Visio Servizi di Romano Romano, agent for Campania.

REFERENCES

Campoli, A. and Lavagna, M. (2013), *Tecniche e architettura*, Ed. CittàStudi, Milano.
 Capobianco, L., Rinaldi, S. and Violano, A. (2017), "Il contributo del Dipartimento di Architettura e Disegno Industriale dell'Università della Campania Luigi Vanvitelli al concorso SEED", in Rogora, A. and Carli, P. (eds), *Un progetto per il Solar Decathlon Europe*, Legislazione Tecnica, Roma.
 Matteoli, L. and Peretti, G. (2013), "Quaranta anni di attenzione all'ambiente nella Tecnologia dell'Architettura", in *TECHNE*, n. 5.
 Rinaldi, S., Bosco, A. and Arena, M. (2014), "Integrabilità architettonica di tecnologie da fonti rinnovabili a scala edilizia e microurbana", in *EWT/Eco Web Town*, n. 11.
 Rinaldi, S., Arena, M., De Martino, R. and Foglia, L. (2012), "Teaching the Architecture of Lightness. Setting opportunities for new urban configurations", in Reiser, J., Jiménez, C. and Biondi Antúnez de Mayolo, S. (eds), *Opportunities, limits & needs towards an environmentally responsible architecture*, 28th International PLEA Conference on Sustainable Architecture + Urban Design, Lima.
 Serrats, M. (2012), *Prefab: sostenibili, economici, all'avanguardia*, Logos, Modena.
 Zambelli, E. (2010), "Filogenesi dell'innovazione edilizia. Innovare componenti, sistemi e paradigmi progettuali", in Imperadori, M. (ed.), *La meccanica dell'architettura*, Ed. Il Sole 24 ore, Milano.
 Zaneli, A., Giurdanella, V., Superbi, G. and Viscuso, S. (2010), *Assemblage: la libertà costruttiva*, Il sole 24 ore, Milano.

* SERGIO RINALDI is Associate Professor of Technology of Architecture at the Department of Architecture and Industrial Design of the University of Campania Luigi Vanvitelli. Tel. +39 338/800.42.80. E-mail: sergio.rinaldi@unicampania.it

** GIANMARCO CHIRIBIRI is graduating with a degree in Architecture, since 2016 he has been Team Leader of the students participating in the Solar Decathlon 2018 competition. Tel. +39 339/616.54.73. E-mail: gianmarco.chiribiri@gmail.com

*** MARIAROSARIA ARENA, PhD in Technology of Architecture and the Environment at the Department of Architecture and Industrial Design of the University of Campania Luigi Vanvitelli. Tel. +39 348/38.28.845. E-mail: mrosaria.arena@gmail.com