



RIVISTA DEI DOTTORATI DI RICERCA IN ARCHITETTURA DEI SISTEMI PER LA MOBILITÀ E TECNOLOGIE E MANAGMENT DELLE INFRASTRUTTURE AERONAUTICHE

# 3 SOSTENIBILITÀ

## COLOPHON

direttore responsabile  
Giovanni Tesoriere

comitato di direzione  
Tullio Giuffrè\_  
dottorato in architettura dei sistemi per  
la mobilità  
Fabio Naselli\_  
dottorato in architettura dei sistemi per  
la mobilità  
Ivano Di Benedetti\_  
dottorato in tecnologie e managment  
delle infrastrutture aeronautiche  
Andrea Alaimo\_  
dottorato in tecnologie e  
managment delle infrastrutture aereo-  
nautiche

curatore  
Andrea Alaimo

redattore e impaginatore  
Alice Albanese

progetto grafico  
Alice Albanese  
Alessandro Barracco

fotografie  
Alice Albanese  
Alessandro Romano

contributi di  
Maurizio Oddo\_Professore Associato  
Andrea Alaimo\_Assistant Professor  
Alice Albanese\_PhD Student  
Alessandro Barracco\_PhD Student  
Tiziana Campisi\_PhD Student  
Mariangela Cicolani\_PhD Student  
Alberto Di Mulo\_PhD Student  
Mario Denaro\_PhD Student  
Antonio Esposito\_PhD Student  
Alberto Milazzo\_Professore Associato  
Maria Antonietta Morgano\_PhD Student  
Flavio Trentacosti\_PhD Student  
Giovanna Vella\_PhD Student

ospiti  
Maura I. Cascio\_PhD Student  
Nino Battiato\_Psicologo

sede amministrativa  
Facoltà di Ingegneria e Architettura  
cittadella universitaria - 94100 Enna  
korephdreview@unikore.it

ISSN 2039-5434

Questo nuovo numero di PhD Kore Review rappresenta un'ulteriore occasione di verifica e confronto a cui i nostri giovani dottorandi si avvicinano con grande entusiasmo.

Il tema di questo terzo numero, curato da Andrea Alaimo, docente presso la nostra facoltà, è quello della sostenibilità.

Un ricercatore oggi non può certo fare a meno di confrontarsi con la necessità di riduzione dei consumi e produzione di energie alternative, alla luce delle grandi sfide ambientali.

La sostenibilità passa dalla ricerca, interessa il processo d'innovazione e deve arrivare ad influenzare in modo concreto il processo produttivo e di crescita del paese, per evitare inutili casi di greenwashing dove è più importante l'ecologia dichiarata che quella praticata.

Siamo alle porte di significativi appuntamenti comunitari, come Europa 2020, e per questo il tema della sostenibilità diventa una sfida non solo ambientale ma soprattutto culturale.

Un paese che guarda al futuro deve innovare i processi di sviluppo in tutti i settori disciplinari, in quest'ottica i dottorandi ci dimostrano come le loro ricerche vedono la sostenibilità come ingrediente indispensabile per una ricerca concreta che punta allo sviluppo reale.

Giovanni Tesoriere

## Editoriale

3 sustainable development – the need for smart and efficient research activities

a cura di Andrea Alaimo

4 Mariangela Cicolani  
le stazioni dell'arte: simbolo di una città che rinasce

Alberto Di Mulo

8 l'infrastruttura sostenibile: dalla dichiarazione ambientale di prodotto dei materiali da costruzione alla certificazione di qualità delle opere d'arte. Metodologia operativa.

Tiziana Campisi

12 evoluzione sostenibile landside&airside

Alice Albanese

17 sensibilità collettiva e smart city

## Rassegna

21 Biennale Architettura 2012  
COMMON GROUND

a cura di Maurizio Oddo

29 Alessandro Barracco, Mario Denaro  
trasduttori piezoelettrici  
per applicazioni di energy harvesting

32 Maria Antonietta Morgano  
la corsia dinamica nelle autostrade  
italiane. innovazione e potenzialità

35 Giovanna Vella  
sostenibilità e recupero edilizio:  
criticità dell'approccio al costruito

Dossier  
40 on the effect of slotted blades  
on savonius wind generator.  
performances by cfd analysis  
a cura di A. Alaimo, A. Milazzo,  
F. Trentacosti, A. Esposito

Ricerche da altri fronti  
45 condizioni per la sostenibilità  
dell'e-learning  
a cura di M.I. Cascio e A. Battiato







# Sustainable Development

## the need for Smart and Efficient research activities

di ANDREA ALAIMO  
Assistant Professor

The present PhD review is focused on the so called "Sustainable Development", a very actual topic which involves different aspects and implementation problems. The choice of the title directly results from one of the most widely accepted definition for "Sustainable Development", given by the United Nations in the framework of the Brundtland Report, which asserts: "Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs". A definition which incorporates different social, economic, environmental and technical problems involving not only the "needs" of all mankind but even multidisciplinary design activities to meet in a sustainable way the aforementioned needs. In this framework, "Sustainable Development" or more particularly "Sustainable Design" represents an issue able to match with the need of both actuality and multidisciplinary, proper characteristics of a scientific journal, and to collect papers coming from both aerospace and civil engineers as well as from architectures, i.e. coming from our PhD students joining the Course in "Technologies and Management of Aerospace Infrastructures" and "Architectures and Systems for mobility". Thus, the simple but meaningful word "Sustainability" allows to join together different

technologies and mankind activities as well as the research projects of our PhD students, developed to meet a common goal "to preserve and respect the world". The key factors for the "Sustainable Development" can be found in the use of efficient design processes as well in the use of smart and innovative materials, systems and technologies. "Smart" is in fact a concept often called in the present review which identifies new generation design and planning for the future "Smart Cities" as well as the characteristics of hi-tech materials, i.e. the piezoelectric smart materials, able to convert mechanical energy into electric one and consequently able to produce electricity from the environmental mechanical vibrations. At the same time the need for design efficiency in the framework of "Sustainable Development" is here emphasized for wind energy generation, for the road and air traffic infrastructure management as well as for buildings and artistic sites restoration. At the Kore University "Sustainable development" is thus more than a definition... is an invitation to "Smart" and "Efficient" research and design activities.

In conclusion, I desire to express my personal welcome to the new PhD students that have already joined the Course XXVII.

# Le stazioni dell'arte: simbolo di una città che rinasce

## *Stations of art: symbols of a reviving city*

MARIANGELA CICOLANI

Ho voglia di raccontarvi una Napoli diversa. Una Napoli che, nell'ambito della più importante manifestazione internazionale sull'industria delle metropolitane "Metros 2009" alla quale hanno preso parte i maggiori rappresentanti dei sistemi su ferro provenienti da tutto il mondo, ha vinto il premio "Most Innovative Approach to Station Development" (Miglior approccio innovativo nello sviluppo delle stazioni), primeggiando sulle metropolitane di Londra e Varsavia. Una città che ha saputo unire sapientemente la necessità di operare un riassetto di tutta la rete infrastrutturale su ferro della Regione Campania ad un restyling architettonico e culturale di alcuni angoli della città con quelle che vengono comunemente chiamate "Stazioni dell'Arte".

Ma partiamo dal principio, da come nasce questa idea che rivoluziona il modo di pensare alle infrastrutture di trasporto non più come opere che penalizzano il territorio in disarmonia con il contesto cittadino, ma occasioni di riqualifica e recupero estetico e urbanistico del territorio stesso.

Nel 2000 nasce il Progetto del Sistema di Metropolitana Regionale in Campania che rilancia e porta alla scala regionale il progetto avviato nel 1997 con il Piano dei Trasporti e la metropolitana di Napoli, dovuto anche dalla necessità di ristabilire un riequilibrio modale del trasporto collettivo, attraverso l'aumento della quota di trasporto su ferro rispetto a quello su gomma, soddisfacendo contemporaneamente le esigenze ambientali e sociali.

Come noto, infatti, la costante crescita economica e la tendenza la miglioramento della qualità della vita ha portato ad un considerevole aumento della mobilità di persone e merci attraverso un trasporto sia pubblico che privato principalmente su gomma, provocando notevoli congestionamenti del traffico, nonché un'enorme percentuale di inquinamento sia atmosferico che acustico che affligge le grandi città industrializzate.

Da tempo ormai si sta tentando, sia a livello mondiale che europeo, di promuovere delle azioni atte a risolvere la domanda di trasporto con un sistema di offerta ambientalmente sostenibile che tenda al raggiungimento degli obiettivi prefissati con il Protocollo di Kyoto, anche attraverso un miglioramento dell'efficienza del sistema dei trasporti ferroviari.

Nell'ottica del trasporto su ferro come unica "cura" rivoluzionaria per la sostenibilità, capace di limitare l'uso dell'auto privata in favore del trasporto collettivo, anche la città partenopea, in cui

persistono problemi di congestione del traffico e di forte consumo energetico generale, ha deciso di contribuire allo sviluppo di una mobilità sostenibile incentrata sulle infrastrutture ferroviarie. Storicamente la Regione Campania è sempre stata promotrice di innovazione nell'ambito infrastrutturale, basti pensare alla prima linea ferroviaria italiana la "Napoli-Portici" realizzata nel 1839 o al primo passante ferroviario in Italia, la direttissima "Pozzuoli-Gianturco" del 1925.

Non sorprende quindi, come anche in questo progetto, Napoli si sia distinta per innovazione, cultura e modernità assoluta. Il leitmotiv che ha guidato la programmazione integrata tra trasporti e territorio è stato quello di garantire in primis minor inquinamento, con conseguente fluidificazione del traffico urbano su gomma, unitamente ad una migliore qualità dei servizi con maggiore accessibilità al territorio e occasioni di crescita per il sistema produttivo della regione.

Efficienza e copertura della rete, sicurezza e facilità di accesso, innovazioni tecnologiche, tutela dell'ambiente e delle aree archeologiche, architettura delle stazioni e riqualificazione urbanistica delle aree circostanti, sono solo alcuni dei criteri che hanno indirizzato tutte le scelte progettuali effettuate finora per la realizzazione della tratta originaria Linea 1 della metropolitana e delle altre linee, di cui alcune realizzate ed altre in fase di costruzione o di progettazione. L'opera, una volta conclusa, collegherà in maniera efficiente zone strategiche della città quali ad esempio: il Vomero, l'Università, la Piazza del Municipio, la Stazione Centrale e l'Aeroporto di Capodichino.

In questo contesto e dalla perfetta sinergia degli Enti territoriali con la Società Metronapoli S.p.A. e la concessionaria MN-Metropolitana di Napoli S.p.A., nasce l'idea di trasformare le stazioni della metropolitana in veri e propri "musei sotterranei" nati per rendere accessibili l'arte e la cultura a tutta la collettività.

Le nuove stazioni si configurano, quindi, non più come luoghi solo funzionali alle esigenze di mobilità dei cittadini, ma come opere belle da vedere oltre che confortevoli da frequentare grazie alla realizzazione di ambienti ampi, luminosi ed eleganti tali da rendere più piacevole e dunque più appetibile l'utilizzo del trasporto pubblico. La presenza di opere di famosi esponenti dell'arte moderna italiana e internazionale oltreché locale, l'inserimento di elementi artistici, di sculture, di mosaici, di materiali innovativi e soprattutto, la firma di grandissimi architetti



di fama mondiale per la progettazione degli spazi sia interni che esterni, hanno reso le stazioni della Metro opere uniche al mondo per abbinamento di arte e urbanistica. Questo nuovo modo di concepire le stazioni è stato addirittura codificato con una Delibera di Giunta Regionale che ha introdotto le "Linee guida per la progettazione e realizzazione delle stazioni della metropolitana regionale" che aprono la strada ad un nuovo modo di concepire le infrastrutture metropolitane.

Tutta la linea della metropolitana, che si distingue anche per elevati standard costruttivi, è stata progettata nel rispetto di moderni sistemi di sicurezza con l'installazione di allarmi degli impianti di stazione (ascensori, scale mobili, gruppi elettrogeni), di sistemi di videosorveglianza e della diffusione sonora; inoltre le stazioni sono prive di barriere architettoniche e dotate di percorsi privilegiati e mappe tattili per i non vedenti.

Le stazioni dell'arte oltre a fornire dei servizi di avanguardia assoluta, rappresentano un momento di forte riqualificazione di vaste aree di tessuto urbano, caratterizzando lo spazio come un percorso espositivo aperto in cui si inseriscono armoniosamente opere di artisti napoletani e stranieri, in diretto contatto anche con i reperti archeologici ritrovati in occasione degli scavi per i cantieri.

L'utente, mentre percorre gli spazi, ha una percezione dinamica del manufatto artistico in cui ogni dettaglio, ogni particolare concorre a rendere questa esperienza architettonica unica al mondo.

Gae Aulenti, Domenico Oracchio, l'atelier Mendini, Michele Capobianco, Karim Rashid, Oscar Tusquets Blanca, sono solo alcuni degli architetti e degli studi di progettazione che hanno contribuito a rendere queste stazioni opere d'arte di pregio assoluto.

Basti pensare alla stazione Museo inaugurata nel 2001 e progettata da Gae Aulenti, dove la memoria storica viene celebrata con l'utilizzo di materiali come la pietra vesuviana unita al colore rosso dell'intonaco che ricordano il vicino edificio del Museo Archeologico Nazionale; e gli interni, caratterizzati dai rivestimenti in vetro bianco e dalle finiture in acciaio, vengono arricchiti da fotografie ed immagini di artisti locali o da sculture come la Testa di Cavallo "Carafa" in bronzo che troneggia nel vano secondario.

Oppure alle stazioni progettate dall'Atelier Mendini, Salvador

Rosa e Materdei, aperte al pubblico tra il 2001 e il 2003, che si configurano come un chiaro esempio di una profonda riqualificazione delle aree circostanti attraverso la realizzazione di piazze come "luoghi dello stare" arricchite di spazi verdi, nuovi arredi urbani oltre all'installazione di sculture, giochi, mosaici, stendardi sugli edifici ed opere d'arte che colorano e dialogano con gli spazi architettonici e con le testimonianze del passato che fanno da contorno alla stazione stessa.

E la fermata Università, progettata dal genio estroso di Karim Rashid, una delle fermate più belle della città in cui è stato utilizzato un linguaggio riconducibile al mondo giovanile e soprattutto universitario e lavorativo. L'esplosione di colori, il sapiente uso delle più avanzate tecnologie, come il sistema di stampa H3D® System lenticolare per la realizzazione delle pareti, l'impiego di elementi ecosostenibili ed ecocompatibili ad alto fattore di biodegradabilità, il gioco delle luci a LED che illuminano i lucidi materiali, le scale in quarzo ricomposto con il rivestimento delle alzate che riproducono "Dante" e "Beatrice", rendono di fatto assolutamente unica questa stazione.

Ed infine la "creazione" dell'architetto Oscar Tusquets Blanca, la stazione Toledo che con la sua l'uscita si troverà ad essere anche una porta ai famosi Quartieri Spagnoli. Questa stazione è una vera e propria esperienza sensoriale in cui il succedersi dei materiali e dei colori ricordano man mano che si scende verso i binari, i diversi livelli di profondità che conducono verso il centro della terra: nell'atrio il nero della terra, l'ocra e il rosa del tufo, l'azzurro e il blu del mare. A dare ancora più enfasi a questa stazione, che molto ricorda le opere del catalano Antoni Gaudì, sono i conici completamente rivestiti in maioliche e mosaici colorati, che partendo dalla sommità della piazza donano luce naturale a spazi posti ad una profondità di circa 50 m.

Il progetto del Sistema di Metropolitana di Napoli può essere considerato, pertanto, una delle esperienze più significative di questi anni nell'ambito delle politiche di sviluppo delle ferrovie. Il contributo di tanti professionisti tra cui pianificatori dei trasporti, ingegneri, architetti e urbanisti, ha fatto sì che la Napoli che noi tutti conosciamo, quella dalle tante chiese, folkloristica, dai mille colori e ricca di musica, tornasse a catturare l'anima dei napoletani e dei turisti che ogni giorno invadono le vie della città.





I want to tell you about a different Naples. A city which won prize "Most Innovative Approach to Station Development" leading on London and Warsaw undergrounds during the most important international manifestation about underground industry "Metros 2009" to which the main representatives of railway systems took part. Naples was skillfully to combine the need in operating a reorganization of the whole rail network in Campania with an architectural and cultural restyling of some sites in the city through the commonly called "Stations of Art".

We have to analyze the origin of this idea that revolutionizes the way of thinking about transport infrastructures no longer as works that may damage the territory discarding with the city context, but as opportunities of aesthetic and city planning requalifying and recovering of the territory itself.

In 2000, the Plan of Regional underground Networks in Campania started; this plan reintroduces and gives a regional aspects to a project which began in 1997 by the transport Plan and Naples Underground, also due to the need to restore a readjustment in the ways of transport, through an increase in rail transport compared to the road one, so meeting environmental and social expectations.

In fact, the steady economic growth and the trend to improve life quality has brought to an important rising in people and goods mobility. This mobility is effected through both private and public transport, mainly by road which causes considerable traffic congestions and a high degree of acoustic and air pollution, typical of industrialized cities.

For long, we have been trying, both in Europe and all over the world, to promote actions in order to solve transport demand with a system of offers tolerable for environment meeting the objectives fixed by Kyoto Protocol, also through improving the efficiency of rail transport network.

Viewing rail transport as a "revolutionary" care, able to restrict the use of private vehicles in favour of public transport, also high energetic consumption exist, has decided to contribute to the development of mobility that takes care of the environment based on rail infrastructures.

Historically, Campania has always been promoting innovations in infrastructures: examples are the first Italian railways "Napoli-Portici" in 1839 and the high-speed line "Pozzuoli-Gianturco" in 1925.

So, it is not surprising that Naples has distinguished itself for innovation, culture and absolute modernity. The "leitmotiv" which led the integrated planning between transport and territory was to guarantee "in primis", less pollution and, consequently, a fluidity of traffic on the road, together with a better quality in services so improving the access to the territory and opportunities of growth for the production system.

Efficiency and covering the network, safety and easiness of access, technological innovations, care of environment and archeological sites, architecture of stations and requalifying city planning are only some of the principles which have directed all the project choices effected so far for the realization of the first section Line 1 underground and other lines, some of which already completed and others that are being constructed or, even, planned.

The network, when finished, will efficiently link up strategic areas of the city such as Vomero, Università, Piazza del Municipio, Stazione Centrale and Capodichino Airport.

In this context and with perfect synergy of local Authorities, Metronapoli Company and MN-Metropolitana di Napoli S.p.A., the idea of transforming underground stations in real underground museums was born. This idea makes art and culture easily to be approached by people. The new stations are seen, therefore, no longer as places for citizens' mobility, but as works pleasant to be seen and comfortable to be visited thanks to the construction of large well-lighted and elegant as to make the use of public transport more agreeable and attractive.

Works of well-known Italian, international and even

local modern artists, the insertion of artistic elements, sculptures, mosaic works, innovative materials, but, above all, plans signed by excellent, famous architects have made Metronapoli stations unique works in the world for joining art and city planning.

This new way to imagine stations has even been codified by Campania Region which has introduced the "Guidelines" for planning and constructing regional underground stations.

These guidelines are innovative for urban infrastructures.

The whole underground line, constructed at high standard levels, was planned according to modern safety systems with the installation of alarms in station plants (lifts, sliding scales, generators), of videocontrol systems and sound diffusion; moreover, the stations have no architectural features denying access to handicapped but they have preferential courses and tactile maps for blind people.

Stations of art represent a step of high requalification of large areas in the city, characterizing the space as an open exposition where works by local and foreign artists are harmoniously inserted directly with archeological finds recovered during excavation for yards.

While walking through these spaces, the user has a dynamic perception of the artistic handmade work where each detail, can make this architectural experience unique in the world.

Gae Aulenti, Domenico Orlacchio, Mendini's Atelier, Michele Capobianco, Karim Rashid, Oscar Tusquets Blanca, are only some of the architects and Planning Studios who contributed to make these stations art works and of high regard.

In "Museo" station, opened in 2001 and planned by Gae Aulenti, historical memory is celebrated using materials such as vesuvian stone together with the red color of the plaster which recall the near "Museo Archeologico Nazionale"; the interiors, characterized by white glass covering and steel finishings, are enriched by photos and images of local artists or by sculptures such as the "Testa di Cavallo - Carafa" in bronze dominating the lateral space.

The stations planned by Mendini's Atelier, "Salvator Rosa" and "Materdei" opened within 2001 and 2003, represent a clear example of a deep requalification of the neighbouring areas through the realization of squares as "staying places", enriched with green spaces new urban fittings and installation of sculptures, games, mosaic, flags on buildings and works of art that color and "interact" with architectural spaces and past proofs which surround the station itself.

"Università" station, planned by the fanciful genius Karim Rashid is one of the amazing "stops" in the city where a language near young, university and working people has been used. The explosion of colors, the skilful use of advanced technologies such as the print lenticular H3D® System for the walls, the use of elements not harmful for the environment, LEDs that light up the shiny materials, the stairs in reassembled quartz with the rises reproducing "Dante" and "Beatrice", represent the absolute uniqueness of this station.

Finally, "Toledo" Station created by the architect Oscar Tusquets Blanca, will be, with its second exit, a "door" to the famous Quartieri Spagnoli. This station is a real sensory experience where, going down the tracks, materials and colors recall the different levels of deepness which lead towards the centre of the earth: the entrance is characterized by black walls and then we find ochre and pink of tuff and, finally, light and deep blue of the sea. This station, very similar to Antoni Gaudí's works, has been emphasized and colored mosaics which, starting from the top of the square, give natural light to the spaces placed at 50 m inside the underground.

Therefore, the Metronapoli System Project can be considered one of the most significant experiences as regards the railways networks development of recent years.

Thanks to great number of transport and city planners engineers and architects, Naples is the city well-known all over the world for its churches, folklore, thousands of colors and music and can attract local people as well as tourists who invade its streets every day.

# Sustainable Infrastructure: from the EPD of Building material to the quality certification of works of arts

## METHODOLOGY

### *Sustainable Infrastructure: from the EPD of Building material to the quality certification of works of arts*

#### METHODOLOGY

ALBERTO DI MULO

L'infrastruttura sostenibile: dalla dichiarazione ambientale di prodotto dei materiali da costruzione alla certificazione di qualità delle opere d'arti. Metodologia operativa. La sostenibilità e la qualità sono diventati obiettivi con cui i progettisti e i decisori dovranno confrontarsi durante la pianificazione/progettazione/ adeguamento/manutenzione di un'opera più o meno strategica per lo sviluppo di un territorio. Ingegnerizzare la sostenibilità e la qualità di un'infrastruttura è una problematica per cui la comunità tecnico-scientifica sta cercando di dare risposte quanto più precise e obiettive possibili.

L'approccio che sicuramente va seguito è un "approccio di filiera" in quanto sia la sostenibilità che la qualità di un'infrastruttura non sono concetti statici e puntuali, quindi riferiti ad un determinato periodo temporale, ma inglobano l'intera vita utile dell'opera d'arte compresi la previsione, prevenzione e la mitigazione dei rischi attesi attraverso la riduzione della vulnerabilità (sismica, idrogeologica, da campi elettromagnetici, impianti chimici-industriali la questione assume particolare rilevanza).

Quindi le valutazioni preliminari interessano i materiali utilizzati, la fase di realizzazione, la manutenzione e lo smantellamento. Nell'ambito della presente memoria sono state analizzate le metodologie quantitative, nonché

dati e modellistica di letteratura, dei possibili impatti attesi nell'intera vita utile dell'opera, all'interno dell'area, ora definita di "influenza ambientale", dell'infrastruttura puntuale (impianti industriali e di trattamento sanitario ed ambientale, aeroporti, edifici strategici) e lineare (reti di trasporto: infrastrutture viarie, ferroviarie, funicolari, acquedotti, elettrodotti, ecc), dove a seconda dell'entità di tali impatti e dell'uso del suolo circostante possono essere previste "soluzioni progettuali sostenibili" (fotovoltaico, solare, eolico, fitodepurazione, colture di biomassa) previo valutazione dell'inserimento funzionale nel contesto di riferimento considerando che la tutela e la conservazione del paesaggio avviene anche attraverso la tutela delle componenti ambientali di cui esso fa parte.

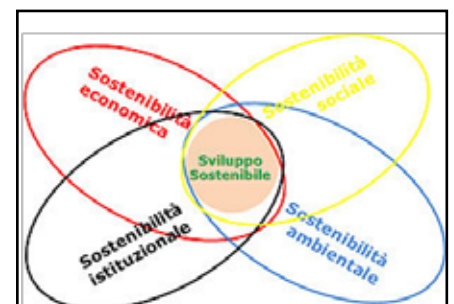
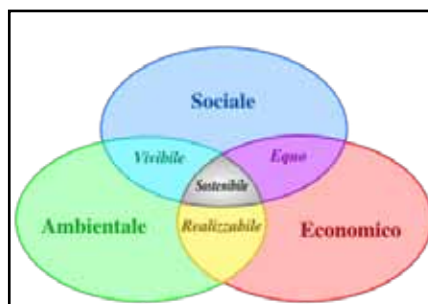
Quindi perseguire una progettazione sostenibile si traduce in applicare tutto ciò che il mondo scientifico e tecnico mette a disposizione della collettività con "l'obiettivo genesi" di ingegnerizzare l'offerta progettuale combattendo e riducendo il riscaldamento globale (minore emissione di CO<sub>2</sub>, polveri, ecc), l'acidificazione delle acque e del suolo, i fenomeni di eutrofizzazione, il consumo di risorse biotiche e abiotiche fossili nonché la riduzione del consumo di risorse rinnovabili e non (materie prime, energia ed acqua), la produzione di rifiuti e del potenziale di riciclo o riuso contenuto nel prodotto e infine, ma

non per importanza, salvaguardare la vita e la salute delle persone riducendo la vulnerabilità (sismica, sanitaria, idrogeologica, acustica, ecc.) dei manufatti/siti.

Molte volte però queste soluzioni costituiscono una, ora definita, "sostenibilità apparente" dunque si indica una metodologia/approccio da seguire per il calcolo giustificativo alle amministrazioni della soluzione ottimale (sostenibilità ambientale-economica-sociale/finanziaria); viene proposto un elaborato di valenza pari alla relazione tecnica che in maniera congiunta e inclusiva delle considerazioni sul fascicolo dell'opera, sul piano di manutenzione-uso, sulla certificazione energetica, sulla documentazione inerente la sicurezza, sulle tecniche e consuetudini costruttive del luogo certifichi in maniera univoca la sostenibilità delle opere d'arte/interventi di riqualificazione ambientale a diversa scala sia ante (in fase di pianificazione/progettazione) che post opera (in fase di verifica dell'esistente).

#### Introduzione

Una delle sfide che attende gli operanti del settore tecnico a supporto dei decisori è perseguire una progettazione basata sull'analisi del ciclo di vita finalizzata ad una progettazione che rispetti i requisiti di sostenibilità ambientale, economico e sociale. Tale progettazione è basata sul computo dell'impatto equivalente,





dell'infrastruttura o dell'intervento di riqualificazione ambientale e funzionale, dalla culla alla tomba. Tali fasi sono riconducibili a quella di produzione dei materiali (o prodotti il cui termine include i servizi) compresa l'estrazione e le lavorazioni delle materie prime, la fase di costruzione in cui si considera il trasporto dei materiali (o prodotti) dal luogo di produzione al cantiere e le attività per la messa in opera e la realizzazione dell'infrastruttura, e il fine vita che ingloba il trasporto dal cantiere all'impianto di trattamento dove i materiali o prodotti vengono trattati per poter essere riciclati, riusati o condotti in discarica.

Quindi, hanno questo stesso principio ispiratore il Life Cycle Assessment (LCA), il Life Cycle Costing (LCC), il ciclo di vita media (LCS). Risulta doveroso chiarire da subito che, non esiste una singola soluzione per quanto riguarda l'applicazione dell'LCA nell'ambito del contesto decisionale ma sicuramente è necessario che ogni comunità risolva e decida caso per caso in base agli obiettivi che si è prefissata, ai suoi prodotti, alle strategie, agli strumenti a disposizione e alle spinte esterne. Si potrebbe pensare ad un documento unico di valenza pari alla relazione tecnica che certifichi l'ingegnerizzazione della sostenibilità dell'intervento attraverso una scala di valori che derivano dalla combinazione dei risultati dell'applicazione dell'analisi del ciclo di vita intersecate con la documentazione inerente la sicurezza, il fascicolo dell'opera, le tecniche costruttive del luogo e altri protocolli di certificazione ambientale dei materiali e del processo. Nella contabilizzazione assume un ruolo fondamentale la contestualizzazione dello studio e la dichiarazione ambientale di prodotto per i materiali da costruzione.

## La metodologia LCA

Gli studi che prevedono un'analisi sul ciclo di vita dell'opera comprendono quattro fasi: la definizione dell'obiettivo e del campo di applicazione; l'analisi dell'inventario; la valutazione dell'impatto; l'interpretazione. Negli studi il concetto dalla "culla alla tomba", ispiratore della metodologia, può essere caratterizzato ulteriormente: dalla "culla al cancello" ovvero dall'estrazione delle risorse all'uscita dal sito di produzione; dal "cancello al cancello" nonché dall'entrata nel sito di produzione e dall'uscita dallo stesso; a parti specifiche del ciclo di vita come per esempio in merito alla gestione dei rifiuti, i componenti del servizio. Le caratterizzazioni partono dal presupposto che sia definito un sistema di riferimento.

Le svariate applicazioni, di questa metodologia, possono trovare agevolmente posto nelle valutazioni ambientali di piani e opere, nella contabilizzazione degli impatti, nelle valutazioni delle politiche, nelle valutazioni della sostenibilità, nell'analisi del flusso di sostanze e materiali, nella valutazione dei rischi e pericoli da agenti chimici, nell'analisi dei rischi e la gestione di strutture e impianti di trattamento.

I risultati dell'applicazione di questa procedura, di fatto normata dalle tecniche internazionali ISO della serie 14040 Gestione Ambientale – Valutazione del ciclo di vita, emessa dall'International Standard Organization (ISO), approvata dal Comitato Europeo di Normazione (CEN) e recepita dall'Ente Nazionale Italiano di Unificazione (UNI), sono sintetizzati in valori di flussi elementari in entrata (consumi energetici) e in uscita dal sistema in termini di emissioni (es: CO2 equivalente), scarichi nell'acqua o nel suolo, radiazioni. Tali parametri, oggi, rappresentano alcuni degli indicatori che determinano a livello decisionale la realizzazione o meno di un'infrastruttura strategica o di un intervento di riqualificazione ambientale e/o funzionale di interesse rilevante e, in caso di comparazione, danno un valore che faciliti il processo di partecipazione e quindi il processo decisionale.

A livello operativo in commercio sono disponibili diversi software di calcolo che si interfacciano con banche dati europee che ne permettono l'integrazione e la correzione effettuando un vero e proprio inventario/computo. Sono suddivisi per varie fasi tra cui il processo di costruzione, il processo di riciclaggio, le operazioni di trasporto che ne determinano un diagramma a blocchi chiaro e puntuale. Anche per l'analisi degli impatti sono disponibili strumenti di comparazione. Ad esempio, la metodologia IPCC sviluppata dall'Intergovernmental Panel on Climate Change, un'istituzione fondata nel 1988 dall'ONU e dal World Meteorological Organization (WMO) con lo scopo di studiare i problemi legati ai cambiamenti climatici su scala mondiale quantifica in termini di CO<sub>2</sub> equivalente l'impatto parziale delle singole opere considerandone tutte le fasi di realizzazione che in termini comparativi agevola la valutazione dell'impatto e quindi la scelta tra due opere diverse, in cui si utilizzano materiali-tecniche costruttive.

## I materiali per le infrastrutture: la sostenibilità dei prodotti

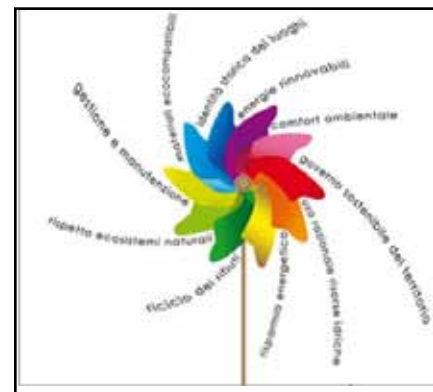
Appare evidente che l'analisi del ciclo di vita nel computo dei flussi si riconduce a determinati database in cui il singolo materiale costituisce l'input dell'analisi. Quando in un ragionamento logico si iniziano ad introdurre i materiali e prodotti ci si scontra subito con il mercato e quindi con i concetti di domanda/offerta/concorrenza. A scala europea è intervenuta la commissione cercando di rimuovere gli ostacoli all'innovazione individuando un primo gruppo di sei mercati importanti tra cui l'infrastrutturazione sostenibile e le energie rinnovabili con l'iniziativa "Mercati di Punta per l'Europa" (LMI: Lead Market Initiative for Europe) che ha tra gli scopi di favorire l'emergere di questi mercati introducendo parametri migliorativi negli standards e negli appalti pubblici. L'obiettivo di questa iniziativa è sicuramente l'acquisizione di una coscienza sostenibile da parte del cliente finale, favorendo e accelerando l'accesso degli utenti e delle imprese

a prodotti ed infrastrutture con migliore qualità ambientale, passando da un concetto di consegna di una infrastruttura ad una cultura del servizio del fruire. A livello europeo i due organismi di standardizzazione ISO e CEN stanno sviluppando standards per la qualità delle infrastrutture e che sono basati e ispirati dallo stesso principio dell'analisi del ciclo di vita.

Il mercato, ragionando sui tre concetti precedentemente citati, ha visto un incremento di etichette e dichiarazioni ambientali e quindi la necessità di certificazione dei materiali in maniera quanto più oggettiva e quantitativa possibile ad esempio con metodologia EPD (Environmental Product Declaration). Gli elementi portanti di tale metodologia (ISO 21930) sono: l'LCA; il PCR (Product Category Rules) ovvero le regole necessarie per rendere confrontabili gli studi di LCA definite prima dell'approvazione in forma aperta con i soggetti interessati, e le EPD riferite a prodotti di una stessa categoria.

Va ricordato anche che il nuovo Regolamento per i Prodotti da costruzioni – Regolamento 305/2011 introduce nella marcatura CE anche il requisito uso sostenibile delle risorse naturali.

Diversi sono i protocolli in ambito nazionale che affrontano la problematica della sostenibilità per le infrastrutture: il LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) che prevede un sistema a crediti indicativo delle prestazioni ambientali che complessivamente definiscono il punteggio finale dell'infrastruttura; ITACA: anch'esso un protocollo con valutazione a punteggio organizzato in aree di valutazione pesate che nasce con l'obiettivo di certificare gli appalti definendo le procedure per la gestione e l'affidamento tramite l'introduzione di sistemi di qualità nelle procedure amministrative ispirate ai principi delle norme UNI EN ISO e infine la promozione e la diffusione di buone pratiche di sostenibilità per le infrastrutture; il BREEAM (BRE Environmental Assessment Method) è uno dei più diffusi protocolli di valutazione ambientale e nasce per rappresentare la performance ambientale di un'infrastruttura ed utilizza un sistema a punteggio supportato da dati concreti e esperienze di campo.



## La necessità di integrazione della metologia

Si ritiene che la valutazione della sostenibilità delle infrastrutture con le metodologie succitate necessita di una integrazione e di una sintesi con la documentazione presente all'interno dei documenti sulla sicurezza dell'infrastruttura e con l'auspicato miglioramento qualitativo del già normato fascicolo dell'opera (Allegato XVI D.Lgs 81/2008), con la certificazione energetica. Le valutazioni e le analisi dei rischi che il D.Lgs 81/2008 ss.mm.ii. rende obbligatorie in ogni cantiere e in ogni luogo di lavoro, assieme ai parametri idrogeologici, climatici, sismici del sito, costituiscono valutazioni aggiuntive e quindi elementi da considerare nella certificazione univoca della sostenibilità dell'opera che ha come parametro in ingresso proprio la dichiarazione ambientale dei materiali e prodotti. Pertanto le informazioni relative all'analisi dei rischi, ai soggetti coinvolti nella realizzazione dell'opera, all'individuazione degli interventi prevedibili che tengono conto del piano di manutenzione, all'analisi energetica funzione dei materiali e quindi della dichiarazione ambientale di prodotto costituiscono l'input numerico per la certificazione univoca della sostenibilità delle infrastrutture o meglio delle opere d'arti in cui nella valutazione entra anche in gioco la sistemazione dell'area di influenza ambientale con sistemi di cui si andrà a valutare caso per caso la sostenibilità che indirettamente ne garantisce l'inserimento paesaggistico ottimale (fitodepurazione, fotovoltaico, eolico, ecc.).

Inoltre si constata che i vari protocolli si rifanno ad esperienze in altre regioni d'Italia pertanto contestualizzare le banche dati anche alla Regione Siciliana potrebbe costituire un valore aggiunto e una maggiore specificità del dato che renderebbe più oggettive possibili le analisi del ciclo di vita delle infrastrutture e quindi la certificazione della sostenibilità.

## Conclusioni

Nell'ambito del presente lavoro è stata effettuata una disamina delle metodologie di analisi del ciclo di vita delle infrastrutture, sono stati analizzati i parametri di input (database europei) ovvero i materiali dichiarati compatibili dal punto di vista ambientale, è stata individuata la necessità di contestualizzare queste banche dati e nello specifico la necessità di integrare le valutazioni di sostenibilità con metodologia LCA e con le informazioni riportati negli elaborati previsti da altre norme in tema di sicurezza ed energia. L'output proposto è un elaborato di valenza pari alla relazione tecnica che certifichi in maniera univoca la sostenibilità dell'opera d'arte. The sustainability and quality objectives which have become designers and makers will be confronted during the planning / design / adjustment / maintenance work more or less strategic for the development of an area. Engineer the sustainability and quality

of infrastructure is a problem for which the technical-scientific community is trying to give answers as precise and objective as possible. The approach is definitely following is an "approach FILERA" as both sustainability and quality of infrastructure are not static concepts and punctual, then mapped to a certain time period, but encompass the entire life of the work art including the prediction, prevention and mitigation of risks to be expected through the reduction of vulnerability (seismic, hydrogeological, electromagnetic fields, asbestos, a fire, etc..) where for the chemical industry-the question is of particular relevance. So the preliminary assessments affect the materials used, construction, maintenance and decommissioning. As part of this paper we have analyzed the quantitative methods and modeling of data and literature, the potential impacts throughout the expected useful life of the work, within the area, now called the "environmental influence" of 'timely infrastructure (treatment plants and industrial and environmental health, airports, strategic buildings) and linear (transport networks: roads, railways, funiculars, aqueducts, power lines, etc.), where depending on the extent of these impacts and of 'surrounding land use can be made "sustainable design solutions" (photovoltaic, solar, wind, wetlands, biomass crop) after evaluating the functional integration in the context of reference whereas the protection and conservation of the landscape is through the protection of environmental components to which it belongs.

So pursuing a sustainable design means to apply all that the scientific and technical community with offers of "objective origins" of the offer design engineer combating global warming and reducing (lower CO2 emissions), the 'acidification of soil and water, the phenomenon of eutrophication, biotic and abiotic consumption of fossil resources and reduce the consumption of renewable resources and not (raw materials, energy and water), waste production and the potential for recycling or reuse content in the product and last but not least, protect the lives and health by reducing the vulnerability (seismic, health, hydrogeological, acoustic, etc..) of artifacts / sites.

Many times, however, these solutions are a now defined "sustainability apparent" thus indicating a methodology / approaches to be followed for the calculation supporting the administrations of the optimal solution (ambientale-economico-sociale/finanziaria sustainability) is proposed an elaborate valence equal to the technical report on a joint and inclusive of considerations on this file work, the maintenance plan-use, on the energy certification, the documentation related to safety, techniques and practices of the construction site stating unequivocally the sustainability of the works arts / environmental regeneration actions at different scales both before (under planning / design) and by post (under the existing test).

## Introduction

One of the challenges that await the working of the technical support of decision makers is to pursue a project based on the analysis of the life cycle of a project which aims to meet the requirements of environmental sustainability, economic and social development. This design is based on calculating the impact equivalent infrastructure or the intervention of environmental regeneration and functional, from cradle to grave. These phases are related to the production of materials (or products the term includes services) including extraction and processing of raw materials, the construction phase in which we consider the transport of materials (or products) from the place of production and construction and activities for the implementation and realization of infrastructure, and end of life which includes the transport from the treatment plant site where the materials or products are treated to be recycled, reused or taken to landfill. So, have this same principle as Life Cycle Assessment (LCA), Life Cycle Costing (LCC), the average life cycle (LCS). It is only right clarification is that, there is no single solution for the application of LCA in the context of the decision but it certainly requires each community to resolve and decide case by case basis in accordance with the objectives it has set, the its products, strategies, and tools available to external pressures. You could think of a single document of value equal to the technical report certifying that the engineering of the sustainability of the intervention through a scale of values that result from the combination of the results of the analysis of life cycle intersected with the documentation related to security, a record of the work, the construction techniques of the place, and other protocols for environmental certification of materials and process. When accounting plays a vital role contextualization of the study and the EPD for construction materials.

## The LCA methodology

Studies that provide life-cycle analysis of the work includes four phases: the definition of the objective and scope, inventory analysis, impact assessment, the interpretation.

In studies the concept of "cradle to grave", the inspiration of the methodology can be further characterized, from "cradle to gate" or exit from the extraction of resources from the production site, the "gate to gate" and the entry in the production site and the exit from the same and for specific parts of the life cycle as for example in relation to waste management, the service components. The characterizations assume that it is called a reference system.

The various applications of this methodology can easily find place in environmental assessments of plans and works in the accounting of impacts in policy evaluation, assessments of sustainability, the analysis of the flow of substances and materials, risk assessment and hazards from chemicals, risk analysis and



management of facilities and treatment plants.

The results of applying this procedure, in fact the technical normative international ISO 14040 series of Environmental Management - Life Cycle Assessment, issued dall'International Standard Organization (ISO) adopted by the European Committee for Standardization (CEN) and implemented by Italian Organization for Standardization (UNI), are summarized in the values of elementary streams input (energy input) and leaving the system in terms of emissions (eg CO2 equivalent), discharges into water or soil, radiation. These parameters are very important to some of the indicators that determine the level of decision making or not of a strategic infrastructure or redevelopment of an environmental and / or function of a significant interest and, in case of comparison, give a value that facilitates participation process and decision making.

At the operational level on the market are several calculation software that interface with European databases that allow the integration and correction by performing an actual inventory / counting. They are divided into several phases including the construction process, the process of recycling, transport operations that cause a block diagram clear and concise. Even for the analysis of impacts are available comparing tools. For example, the IPCC methodology developed by the Intergovernmental Panel on Climate Change, an institution founded in 1988 by the UN and the World Meteorological Organization (WMO) with the aim of studying the problems of climate change on a global scale in terms of quantifying CO2 equivalent in part the impact of individual works by considering all phases of construction that facilitates a comparative assessment of the impact and then the choice between two different works, in which materials are used-building techniques.

### Materials for Infrastructure: the sustainability of products

It is clear that the analysis of the life cycle in the computation of flows is narrowed to specific database in which each material is the input of the analysis.

When a logical reasoning will begin to introduce the materials and products we are now confronted with the market and therefore the concepts of supply / demand / competition. At European level the Commission has taken action seeking to remove barriers to innovation by identifying a first group of six major markets including infrastructure sustainable and renewable energy with the "lead markets for Europe (LMI: Lead Market Initiative for Europe) which has amongst its aims to foster the emergence of these markets by introducing parameters and improvements in standards in public procurement. The objective of this initiative is certainly the acquisition of a sustainable consciousness by the end customer, faster and better access

for users and businesses to products with improved environmental quality and infrastructure, from a concept to delivery of infrastructure to a culture of service benefit. At European level the two standardization bodies CEN and ISO are developing standards for the quality of infrastructure and are based on and inspired by the principle of life cycle analysis.

The market, keeping in mind the three concepts mentioned above, has seen an increase of environmental labels and declarations, and therefore the need for certification of equipment as efficiently as possible, for example, objective and quantitative methodology with EPD (Environmental Product Declaration). The carriers of this methodology (ISO 21930) are: LCA, the PCR (Product Category Rules) or rules necessary to ensure comparability of LCA studies defined prior to approval in an open form with the stakeholders, and EPD referring to products of the same category.

It should be noted that the new Regulations for the Construction Products - Regulation 305/2011 introduces the requirement for CE marking also the sustainable use of natural resources.

There are several protocols at the national level that address the issue of sustainability for infrastructure: the LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) provides that a credit system indicative of the overall environmental performance that define the final score of the infrastructure; ITHACA: too 'it be a scoring protocol with organized into areas of evaluation weighed born with the goal of certifying contracts defining the procedures for the management and custody through the introduction of quality systems in administrative procedures based on the principles of the rules UNI EN ISO and finally the promotion and dissemination of best practices for infrastructure sustainability; the BREEAM (BRE Environmental Assessment Method) is one of the most widely used protocols for environmental assessment and is designed to represent the environmental performance of infrastructure and uses a scoring supported by concrete data and field experiences.

### The need for integration of Methodology Tips

It is believed that the assessment of the sustainability of infrastructure with the above methods require an integration and synthesis with the documentation within documents on security infrastructure and with the expected improvement in the quality of the work already standardized file ( Annex XVI Decree 81/2008), with the energy certification. The assessments and risk analysis that the Legislative Decree 81/2008 subsequent amendments makes it mandatory in every yard and every workplace, together with the hydrogeological parameters, climatic, seismic evaluations of the site are additional and unique elements to be considered in the certification of the sustainability of the work that has as

its input parameter in the statement of environmental materials and products. Therefore the information on risk analysis, to those engaged in construction work, the identification of interventions that take account of predictable maintenance plan, analysis of materials and energy function of the EPD constitute ' unique numeric input for the certification of the sustainability of infrastructure and better works of art in which the assessment comes into play to influence the arrangement of the environmental systems which will be assessed case by case basis and indirectly ensures sustainability the best landscaping (constructed wetlands, solar, wind, etc..).

Furthermore it is noted that the various protocols are based experiences in other regions of Italy so to contextualize the databases also to the Region of Sicily could be an added value and greater specificity since that would make the most objective analysis possible of the life cycle of infrastructure and certification of sustainability.

### Conclusions

As part of this work was carried out a review of methods for analyzing the life cycle of infrastructure, we analyzed the input parameters (European database) or declared compatible materials from an environmental perspective, has been identified as in need of contextualize these databases and specifically the need to integrate assessments of sustainability with LCA methodology and the information contained in the materials provided for in other regulations on safety and energy. The proposed output is equal to the value of an elaborate technical report stating unequivocally the sustainability of the artwork.

### Bibliografia ragionata

- [1] UNI EN ISO 14040: Gestione Ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento, Ente Nazionale Italiano di Unificazione (UNI), 2006.
- [2] D.Lgs 81/2008 - coordinato con il D.Lgs 3 Agosto 2009, n° 106 e ss.mm.ii.
- [3] Approfondimenti IPPC 2007. Climate Change 2007. Fourth Assessment Report "The Physical Science Basis" sito web: [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)
- [4] Approfondimenti protocollo ITACA <http://www.itaca.org/appalti+pubblici.asp>
- [5] Approfondimenti protocollo BREEAM <http://www.breeam.org/>
- [6] Approfondimenti protocollo LEED <http://www.certificazioneleed.com/>
- [7] Approfondimenti database europei <http://lca.jrc.ec.europa.eu/lcainfohub/databaseList.vm>

### Fonti Immagini

- [1] <http://www.ecologiae.com/ambiente-sostenibilita-banche-imprese-alleanza/32681/>
- [2] [http://www.ecologicacup.unile.it/SvilSos\\_03Evoluzione.aspx](http://www.ecologicacup.unile.it/SvilSos_03Evoluzione.aspx)
- [3] [http://it.wikipedia.org/wiki/Sviluppo\\_sostenibile](http://it.wikipedia.org/wiki/Sviluppo_sostenibile)
- [4] <http://www.bioarch.tv/news/sezione-roma-inbar-convegno-sulla-sostenibilita-al-comune-di-frascati.php>



# **Evoluzione sostenibile landside&airside**

*Sustainable development  
landside & airside*

TIZIANA CAMPISI





Nel 1987 la "Commissione Brundtland" definì lo sviluppo sostenibile come "lo sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la capacità delle future generazioni di soddisfare i propri bisogni".

Attraverso questo concetto si evolvono oggi anche le infrastrutture aeroportuali.

La crescente espansione odierna dei movimenti aerei ha comportato un'espansione dei sedimi aeroportuali e se da un lato la crescita genera aumenti nei bilanci, dal altro fa emergere la necessità di ridurre gli impatti gestiti attraverso le politiche di green economy.

A tal proposito vengono proposte misure economiche, legislative, tecnologiche e di educazione pubblica in grado di ridurre il consumo d'energia, di risorse naturali (acqua, cibo, combustibili, metalli, ecc.) e i danni ambientali promuovendo al contempo un modello di sviluppo sostenibile attraverso l'aumento dell'efficienza energetica e di produzione che produca a sua volta una diminuzione della dipendenza dall'estero, l'abbattimento delle emissioni di gas serra, la riduzione dell'inquinamento locale e globale fino all'istituzione di una vera e propria economia sostenibile a scala globale e duratura servendosi prevalentemente di risorse rinnovabili (come le biomasse, l'energia eolica, l'energia solare, l'energia idraulica) e procedendo al più profondo riciclaggio di ogni tipo di scarto domestico o industriale evitando il più possibile sprechi di risorse.

Si tratta dunque di un modello fortemente ottimizzato dell'attuale economia di mercato almeno nei suoi intenti originari.

Al processo di trasformazione degli aeroporti da semplici luoghi di scambio modale a settori dinamici del "business oriented" si contrappone oggi una politica gestionale che tende a ridurre dalla sorgente le problematiche attinenti:

- inquinamento acustico/ambientale

- impatto energetico.

La progettazione e la gestione del sedime aeroportuale non si figura dunque solo come aspetto tecnico ma considera la sfera politica dei trasporti nel contesto di "sviluppo sostenibile", come priorità della politica comunitaria europea.

La futura espansione di un aeroporto viene dunque analizzata attraverso un approccio di tipo olistico che sappia bilanciare efficacemente gli effetti positivi e le esternalità negative, riducendo queste ultime ad un livello accettabile.

Considerando l'impatto ambientale questo è definibile come "locale" ossia distinto in due aree di landside ove il traffico di superficie da e verso l'aeroporto genera congestione sulle strade e dunque inquinamento atmosferico e il lato airside con la vera e propria movimentazione (atterraggi/decolli) degli aeromobili.

Il rumore provocato dagli aeroplani in movimento, il rischio di incidenti degli stessi, l'inquinamento da kerosene sono fattori chiaramente correlati all'aeroporto ed alle sue molteplici attività.

Il cambiamento del paesaggio limitrofo, l'inquinamento atmosferico, l'aumento del traffico sono al contrario caratteristiche tipiche di ogni centro industrializzato ed urbanizzato delle società contemporanee, seppure nelle vicinanze degli aeroporti assumano una loro specificità. Le conseguenze che i fattori sopra descritti hanno per la salute pubblica sono drammatiche, e nonostante solo raramente abbiano un'incidenza tale da aumentare il pericolo di morte, sono causa di preoccupazione generale.[1]

L'aggravamento di asma, i disordini cardiovascolari, i disturbi del sonno, l'ansia e lo stress sono solo alcuni esempi delle condizioni di salute in cui versa parte della popolazione abitualmente sottoposta all'ambiente aeroportuale. È noto inoltre, come il settore del trasporto aereo è principalmente regolato da convenzioni adottate a livello

internazionale.

Il documento di riferimento che indirizza le scelte giuridiche e legislative dell'Unione europea nel progetto di gestione delle problematiche ambientali e di salute connesse al settore dei trasporti aerei è rappresentato dalla convenzione sull'aviazione civile internazionale dell'Organizzazione sull'aviazione civile internazionale ICAO.

L'allegato 16 alla convenzione di Chicago infatti definisce i criteri atti a garantire la tutela ambientale nel settore del trasporto aereo.[2]

L'obiettivo generale di assicurare la massima compatibilità possibile tra lo sviluppo economico dell'aviazione civile ed una conservazione ottimale dell'ambiente umano si struttura attorno a due temi chiave:

1. il rumore, disciplinato dal volume I;
2. le emissioni atmosferiche, disciplinate dal volume II.

In riferimento ad entrambe le sezioni citate, la Convenzione di Chicago definisce gli standard internazionali cui conformarsi nel tempo per la realizzazione di risultati sostenibili.

L'impatto delle emissioni gassose prodotte dai motori aeronautici e dal traffico di superficie ad oggi viene percepito non solo come problema globale ma anche come locale: anni addietro nonostante l'infrastruttura aeroportuale sia un sistema puntuale, centro d'accumulazione del traffico aereo e di superficie, il suo effetto era scarsamente considerato dalla popolazione locale poiché meno percepibile.

Co' l'insorgere di annoyance e malattie si è venuta a creare una maggiore coscienza e necessità di studio di questi fenomeni.

L'analisi in continuo dei parametri legati all'inquinamento ambientale ed acustico è resa possibile dall'immissione presso il sedime aeroportuale e nelle zone limitrofe di centraline di rilevamento (stazioni ambientali e fonometriche) e l'elaborazione dei dati porta alla mappatura acustico/ambientale con cui poter monitorare visivamente l'abbattimento di tali problematiche.

La riduzione degli impatti viene generalmente applicata considerando le sorgenti di inquinamento e pensando al contempo a tutte le misure di riduzione a monte e/o mitigazione degli effetti sia per quanto riguarda i veicoli che le infrastrutture.

Tra i monitoraggi disponibili vi sono quelli legati agli interventi per la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> in atmosfera, alla riduzione dei consumi di acqua e di energia elettrica, all'incremento della raccolta dei rifiuti e pure alla riduzione del rumore, che forse non è la prima cosa che si ha in mente quando si pensa alla sostenibilità ma è invece molto importante.

I risultati rilasciati da Aci Europa hanno inoltre confermato che in Europa sono 55 gli aeroporti certificati, segnalati per l'appartenenza ad una delle 4 categorie di abbattimento degli inquinanti riconosciute (Mapping, Reduction, Optimisation, Neutrality).

Nell'elenco degli aeroporti che partecipano al programma Airport Carbon Accreditation (nel complesso dal 2009, anno in cui il programma è stato avviato, ha ottenuto una riduzione di 749mila tonnellate di emissioni di CO<sub>2</sub>) per il momento non sono inseriti altri scali italiani.

Ma presto la competizione per l'aeroporto migliore potrebbe passare anche dalla loro apertura al green e alla sostenibilità. E i passeggeri potrebbero non solo apprezzare, ma anche arrivare magari a scegliere in base a questi elementi.

L'Ente nazionale per l'aviazione civile (ENAC), ad esempio ha dato il via libera all'installazione di un impianto pilota fotovoltaico di co-generazione all'aeroporto di Pantelleria. Il progetto in partenza rientra nell'ambito degli impegni assunti dall'Ente lo scorso anno con l'adesione al 'Patto per l'Ambiente' per raggiungere gli obiettivi previsti dal protocollo di Kyoto mediante l'implementazione delle fonti rinnovabili e il risparmio energetico.

E non è neanche la prima iniziativa perché ENAC ha già attivato una serie di attività nel settore della sostenibilità ambientale, tra cui l'elaborazione di linee guida finalizzate alla progettazione e gestione degli aeroporti con criteri di sostenibilità ambientale. Come si legge in una nota dell'ENAC, "verrà a breve approvata nel Consiglio di Amministrazione dell'Ente, l'adozione di una 'policy' contenente indirizzi e criteri precisi e cogenti per gli interventi che i gestori aeroportuali e gli altri operatori del settore dovranno porre in essere per il raggiungimento dei

risultati".

Pantelleria è il primo scalo ad accogliere il progetto pilota ma presto anche gli altri due aeroporti direttamente gestiti dall'ENAC potrebbero aprire a questa soluzione, Roma Urbe e Lampedusa.

Sono italiani gli aeroporti più "verdi" d'Europa di fatti nella classifica di Airport Carbon Accreditation, il programma dell'Aci Europe (Associazione europea degli aeroporti), Linate e Malpensa occupano la vetta.

In particolare, l'Aci ha riconosciuto ai due aeroporti gli sviluppi fatti nell'ambito del programma di abbattimento delle emissioni dell'anidride carbonica. Quelle prodotte dall'industria aeronautica, secondo quanto riportato dall'Intergovernmental Panel on Climate Change (Ipcc), il comitato Onu che si occupa dei cambiamenti climatici, rappresentano il 2% delle emissioni totali. Di queste solo il 5% è legato alle operazioni aeroportuali. Questo premio non è certo l'unico collezionato da Linate e Malpensa. Negli anni scorsi, infatti, i due aeroporti si sono distinti per l'ottima gestione delle risorse idriche, con l'acqua consumata completamente prelevata dalla falda sotterranea; per la raccolta differenziata, sia nelle zone aperte al pubblico che nei processi tecnici interni; per l'inquinamento acustico, con una rete di 18 centraline a Malpensa e 6 a Linate; per gli impianti di tri-generazione che coprono il fabbisogno di energia elettrica e assicurano la distribuzione di energia termica a una porzione di territorio che circonda l'aeroporto.

Spostandoci sul fronte extra nazionale un esempio di infrastruttura ecosostenibile è il Kuwait International Airport che sarà il primo aeroporto al mondo a raggiungere la certificazione ambientale Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) Gold.

LEED, ovvero Leadership in Energy and Environmental Design, è una certificazione internazionale utilizzata finora in oltre 140 paesi nel mondo, che definisce nuovi criteri di progettazione degli edifici nei quali viviamo, lavoriamo o studiamo. La certificazione è stata sviluppata dalla U.S. Green Building Council (USGBC) nel 2000 ed è presente anche in Italia grazie al lavoro di GBC Italia che ne ha creato una versione locale. Grazie alla GBC, che è un organo non governativo indipendente, la certificazione LEED garantisce ai committenti e agli utenti finali dell'edificio una progettazione rivolta al raggiungimento di alte prestazioni in aree chiave della salute umana e ambientale come: sviluppo sostenibile del sito, risparmio dell'acqua, efficienza energetica, scelta dei materiali e qualità ambientale all'interno dell'involucro, tenendo conto dell'intero ciclo di vita dell'edificio.

Tetti ricoperti da pannelli solari, ampie vetrate per sfruttare la luce naturale e sistemi isolanti capaci di rinfrescare naturalmente sono solo alcune delle soluzioni che verranno realizzate ad esempio presso il suddetto aeroporto africano. La certificazione LEED Gold è dunque un obiettivo davvero ambizioso che segna un nuovo traguardo nella costruzione degli aeroporti, notoriamente delle strutture con consumi energetici elevatissimi e pochissima attenzione alla sostenibilità ambientale.

Diverse le applicazioni ecosostenibili lungo le aerostazioni. Connettere, valorizzare, dialogare: sono questi i compiti che le aerostazioni del nostro tempo sono chiamate a svolgere. Lunghi dal rappresentare, come è spesso accaduto in passato, delle anonime cattedrali nel deserto, esse costituiscono una metafora delle città, delle quali riflettono la scala umana e sociale.

Chiamati a offrire una molteplicità di funzioni e di servizi – alberghi, uffici, shopping center e stazioni di scambio – questi luoghi si propongono ai loro utenti come straordinari Hub di energia e di moderna tecnologia.

Alta tecnologia ed eco-compatibilità caratterizzano ad esempio il nuovo aeroporto di Shenzhen in Cina, progettato da Massimiliano e Doriana Fuksas.

«Lo abbiamo immaginato come una manta, una razza che respira, cambia forma, e che ha una sua dolcezza, che si piega, subisce variazioni, prende luce, rimanda luce, la fa filtrare dentro. Con una doppia pelle, quella esterna e quella che, all'interno, pure si modifica come una grande scultura. E in mezzo, fra le due pelli, tutto il sistema degli impianti, che punta a ridurre al minimo il consumo di energia e le emissioni», dichiarano i progettisti.

Arrivando alle Maldive, l'orizzonte rivela la sua incredibile



estetica, cielo e mare sono separati, ma uniti da una perfetta linea e infinita linea orizzontale.[3]  
 Milioni di turisti vengono alle Maldive in cerca di questa semplicità. Contemplando questo quadro eccezionale, ADPI ha progettato il nuovo aeroporto delle Maldive tenendo conto degli aspetti cruciali per un aeroporto internazionale: identità, sostenibilità, crescita economica, efficienza, eccellenza operativa, servizio clienti, espandibilità, e sicurezza.[4]  
 L'approccio globale degli architetti si adatta perfettamente al paesaggio naturale, con il soddisfacimento dei bisogni essenziali dell'aeroporto composti principalmente dai vincoli operativi, di sicurezza e di protezione.  
 Gli architetti descrivono il progetto come: "una nave, ma dovrebbe essere come una vela riempita dalle forze del vento". Le aperture sul tetto riflettono il modello degli atolli visti dall'alto, come un arcipelago; mentre la faccia interna della copertura sarà coperta da listelli di bambù, la fibra vegetale utilizzata sul tetto di molte strutture locali. Questa forte immagine comunica un promettente futuro per le Maldive; un'architettura contemporanea inserita in un contesto naturale. Per assicurarsi la possibilità di divenire un punto di riferimento per la sostenibilità, il nuovo aeroporto internazionale di Malé avrà la certificazione LEED Argento presentando vari approcci per la riduzione dell'impatto ambientale.  
 L'integrazione nel sito, la gestione delle acque, la gestione dell'energia, dei materiali e la qualità ambientale sono le aree principali investite dalle soluzioni di design sostenibile. Un esempio è l'aria condizionata da acqua di mare (SWAC), un sistema che sfrutta l'acqua di mare a disposizione profonda e fredda per sostituire i sistemi di refrigerazione centrale ad alta intensità energetica che rinfrescano l'acqua refrigerata. Anche la progettazione delle runway e del terminal building è stata pensata in modo da ottimizzare l'uso del sito, dando la possibilità alla struttura aeroportuale di raggiungere la massima capacità riuscendo al tempo stesso ad ottimizzare tutti i livelli di servizio. Questi accorgimenti, associati all'efficienza di accesso, alla manutenzione molto semplice e quindi poco onerosa, e alla perfetta integrazione nel sito, hanno garantito una notevole riduzione dell'impatto ambientale e la conseguente acquisizione della certificazione LEED Silver, facendo diventare il nuovo aeroporto non solo motivo di vanto per la comunità che lo ospita, ma anche punto di riferimento per l'architettura contemporanea ecosostenibile.  
 Il design inoltre si incentra su una semplice manutenzione degli impianti e sull'efficienza di accesso. Le piste e il terminal building sono stati progettati seguendo una strategia globale: ridurre l'impatto ambientale ottimizzando l'uso e il layout del sito.  
 Dotato di un'alta efficienza di progetto, l'aeroporto delle Maldive raggiungerà la capacità massima ottimizzando tutti i livelli dei servizi, senza intaccare o raggiungere la barriera corallina.  
 Altro esempio è l'Aeroporto Internazionale di Atene, intitolato al politico greco Eleftherios Venizelos, che continua il suo cammino verso un futuro sempre più sostenibile: in esso infatti è stato messo in opera l'impianto fotovoltaico aeroportuale più grande del mondo.  
 Situato 20 km ad est della capitale, l'Aeroporto Internazionale è nato per sostituire i due vecchi terminal dell'Ellenikon: il primo aeroporto costruito in Grecia e chiuso nel 2001 dopo sessant'anni di servizio. Con più di 14 milioni di viaggiatori all'anno rappresenta attualmente uno dei punti di snodo fondamentali per raggiungere l'Asia e il Medio Oriente. L'energia prodotta attualmente contribuisce ad alimentare i servizi presenti all'interno della struttura come i negozi, i ristoranti e le strutture per i check-in elettronici. [5]  
 Questi sono solo alcuni esempi sparsi nel globo terrestre. Si può dunque parlare di una Contaminazione green che avanza.

The increase in pollution, the temperature growth and the rampant consumption of non-renewable natural resources are one of the most critical issues of our times. Nevertheless, "sustainability" is a term most abused, often employed with still unclear meanings, ranging from different interpretations. A more concrete connotation is found, however, when facing the sustainability matter in relation to specific areas. In the building sector, the phases characterizing the process involve, e.g., an

input and output flow of resources that should be evaluated on the basis of the type of intervention realized. It is thus clear what the sustainable approach proposes to the construction field: a balance of the resources involved in the intervention and useful to the assessment of the effect to the related environmental system, since the achievement costs until the costs of eventual disposal of the artefact.

From this point of view, a sustainable perspective of the building process cannot be focused regardless of what is yet built, on the contrary it must deal with specific problems implied by the intervention on the pre-existing structures. The recovery poses the need to compete with existing products, often characterized by historical, architectural, material and technological relevance.

Paradoxically, the more "sustainable" intervention reveals to be the most complex, fully entering the debated tradition-innovation dialectic, since a long time fulcrum of considerations and interventions related with recovery and reuse.

Therefore, the renewed attention posed today in the marriage "recovery-sustainability" deserves some considerations that allow to frame the path that led to the current awareness. In the case of existing buildings, a large number of parameters take over, which must be assessed in order to define with completeness the greater or minor sustainability of a material or a recovery technique, including compatibility with the construction techniques and existing materials. In this sense the core is represented by the ability to make, as far as possible, reversible interventions and capable of ensuring flexibility in both the intended use and the technological solutions. In any case it should be emphasized, and this is the direction we moved towards, that, because of its intrinsic nature, the recovery intervention - as much as the restoration one - cannot rest on a filing of reports, based on the mutual correspondence requirement-credit, which often characterizes the reference regulations.

As seen in several operations taken on particular pre-existing buildings, characterized by typological or historical value, the recovery of an artefact, even more if oriented to the principles of sustainability, keeps the prerogative of having to be treated as a unicum. The process, structured by the different phases that gradually happen - from the historical-critical intervention, through the so-called "construction of knowledge" - in facts preserves intact its own peculiarities. This is revealed by addressing several case studies; the intervention must prove flexible and able to reinterpret the tradition. The tradition itself becomes a point of comparison, not only in relation to the use of solutions and materials that take into account the concept of "local"; but precisely with the aim of extending the useful life of the artefact one need to take into consideration the intended use, which must find the actual roots to the region to ensure the usability and therefore the survival of the article. In fact, it is no coincidence that the theme of public housing is particularly debated and studied when it comes to sustainable design, and it is preferentially under this typology that develops the sustainable approach to the pre-existent structures. The notion that spaces intended to host most of the future residences are largely already built has now been culturally understood. The building envelope, although it was initially set up as a preferential partner, has once again become one of the many items on which to operate, leaving the field to the reorganization of interiors of the settlements, designed on the basis of the new requirements, to the planning of roads, management and usability, as well as the stock of the entire settlement system. Therefore, these are the criteria by which it has been operated in the residential construction area; and it can be seen from examination of numerous interventions succeeded in Europe in recent years. On a national level such principles have been acknowledged; among interesting cases it can be recalled the design of Sant'Eusebio, residential neighbourhood located on the northern outskirts of the city of Cinisello Balsamo, quickly and wildly grown since the 60s because of the strong labour demand from nearby factories (Falk, Marelli, Breda), characterized by two significant interventions of public housing, said "il Palazzone" (the Big Palace, a courtyard building with 288 apartments, spread over 15 systems of stairs eight floors on pilotis - fig. 1a) and "le 5 torri" (the 5 towers), made in the 70s. The aim of the intervention is to improve housing conditions by addressing in an integrated

manner the different dimensions of living with a redistribution of the surface of the apartments, the creation of "go-between outside-inside" spaces, new common services, experimental accommodation (for telecommuting), technological towers for buildings' plant adaptation.

This project, marked for sure by the stamp of the sustainability, thought and declined in its social characteristic, stands out for its "experimental apartments" providing for the construction of duplexes, with a fully glazed front, where can be placed double height glass-houses for heat accumulation; large and bright rooms are for office space or room for telecommuting (fig. 1b), made with the point of view of the trial, in fact, of new lifestyles. The "Contratto di Quartiere Savonarola" (Neighbourhood Contract of Savonarola) in Padova (Padua) (fig. 2a) is more focused on the testing in the field of ecosystem quality, achieved by using natural and transpiring materials, and applying bioclimatic and energy savings, notably the saving in rainwater-resource, filtered and reused for the reinstatement of toilet flushing, irrigation and washing of common spaces. The pursued goals range from the reduction of emissions to the contraction of consumption; at design stage, large space has been devoted to the circulation of air flow (fig. 2b), with significant advantages especially during summer overheating. Housing decline itself with more flexibility towards sustainable reuse and succeeds to approach to this theme both for its use destination, which remaining the same need to be renewed, both for its typological characteristics. These ones are particularly disposed to be conjoint to ex-novo elements and to bioclimatic strategies.

An interesting remark on this typologies effect deals with a particular category, for which there was a significant increase in recent years: halls of residences. This fact interest Italy, because of a national policy to increase the supply of housing with the intention of approaching European standards. This diffusion is due to the growth of the university population, both for the renewed accessibility to higher education, both for the proliferation of local locations, connected to the expansion of educational.

A new motivation, also due to recent system based on credits and on active frequency from students, turns the halls of residence domain into an interesting field of experimental design. The innovative spirit regards both new forms of housing both the reuse of existing buildings. Even the Italian legislation, L. N. 14 November 2000 338, deals with sustainability issues, in terms of "maximum maintainability, durability and interchangeability of components and materials, in order to optimize the overall cost of the intervention." The topic place itself in the full dynamics development that characterize Enna's area, a young growing research hub settled in the middle of Sicily and in the center of the Mediterranean Basin, oriented to train students often coming from other cities and countries. The need to receive an increasing number of students raises questions about how to receive them and also how to provide the socio-cultural integration which as to be reserved for every students.

The points concern various aspects, by the opportunity to saturate empty spaces still characterizing the city built, facing with construction times, until solution aimed at strengthening the relation between the University and the upper city, still preferred by some students as a residence. From this point of view, according to what stated before, the issue deals with building recovery also in relation to the many resources that characterize the area of Enna, full of buildings of cultural interest. A true heritage not enhanced, in opposition with the further increase in tourist flows determined by the return home of the Venus of Morgantina. That becomes more interesting compare with some buildings whose distribution territory represents an added value, both in terms of potential reuse both as energy "resource". It deals with obsolete railway building stock (storages, locomotive depots, residences) constructed to support the railway tracks of the late nineteenth century. The whole system was based primarily on the streets of sulfur and it's still waiting for an organic reuse program. Specifically is being studied an abandoned housing complex belonging to the Nineteenth-century railway station. This complex was originally used as dorm and support structure for the train crew and lends itself to the new allocation of halls of residence of the "Kore" University.

The complex turns out to be a strategic place both for its position, few miles from the University, between the old and the new town, both for its possible links through the nearby station, included the high-speed rail program.

This solution would support and repair the historic bipolarity between the ancient high city and the lower young and growing city. The railway station complex is characterized by the presence of several artifacts, variegated by type, destination and condition. In addition to buildings specifically dedicated to the railway - tollbooths and locomotive depots - the complex is characterised by the presence of three buildings destined as dorms and residences for the trains crew.

Examining the station plans tracked, placeable over a period of time stretching from the early decades if the 1900 to 1953, can be shown that, unlike the buildings made in the service of the rail track, the ones arranged along the station road maintained their original planimetric set-up with the exception of negligible volumes made for plants. These buildings are all constituted by squared or cantonal ashlar as bearing masonry, made up with solid bricks whose thickness is around 60 cm; the attics are made of iron and hollow tiles, but it was not possible so far to detect if in place of the reinforcing "I" bars have been used vignole tracks, as customary for the railway buildings of that era. In roof we can find typical solution usually realized in third and second class buildings: hip-roof closures, made with simple framework of wooden beams, partition and surface of Marseilles tiles; buildings are characterized by an inaccessible attic, isolating the pitched roofing. The complex could include the functions intended for the exclusive use of University Centre and mixed propensity artefacts (fig. 4), in service of residences and station. Focusing on residential buildings are detectable two possible types: mini-apartments and a hotel. The building for the first type spread over three floors above ground and is able to meet the demand of 30 students, divided into 5 unit per apartment; instead, the block intended as hotel could accommodate 6 students/foreigners by floor - considering two doubles and two single rooms on each level - to the amount of 18 sleeping accommodations. A first simplified analysis, qualitatively conducted on the accommodation building, taking into account the climatic area, exposure and construction type, already shows that margins for improvement are very large in terms of energy performance (fig. 5).

These improvements were estimated assuming operations of hyper-isolation of the vertical side walls, the top closures and frames replacement, without going into the question of possible actions aiming a supply from renewable sources, which are well suited with the nearby facility station. This shows that, although a debate about "sustainable recovery" is still complex, time is ripe to consciously address the building heritage, revising a range of artefacts that have been abandoned, looking at them as unexploited resources. This observation gains in renewed value when contextualized in territories such as Sicilian, which more than others is now paying the price of ambiguous economic policies with its artefacts and abandoned areas, which extend along a broad spatial and temporal front. This building heritage assumes the characteristic of a potential resource to be preserved - thinking about materials and energies employed in its realization, as a potential way for saving natural resources - if its use is considered instead of further processes of urbanization and construction; and finally as a potential instrument for production and optimization of natural resources - if the distribution of artefacts in the territory is taken into account, especially in the Sicilian inland.

#### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Giuseppe Umberto Panetta (Gennaio 2003 ) IL TRASPORTO AEREO E LO SVILUPPO SOSTENIBILE: I PROGRAMMI DI ESPANSIONE DEGLI AEROPORTI TRA SPINTE ECONOMICHE E VINCOLI AMBIENTALI
- [2] Annex 16: Environmental Protection Convention in Chicago
- [3] [http://www.ingegneri.info/Un-nuovo-aeroporto-sostenibile-per-le-Maldives\\_news\\_x\\_9416.html](http://www.ingegneri.info/Un-nuovo-aeroporto-sostenibile-per-le-Maldives_news_x_9416.html)
- [4] <http://www.24.architetturaecosostenibile.it/architettura/nel-mondo/nuovo-aeroporto-maldives-sostenibile-722.html>
- [5] <http://www.architetturaecosostenibile.it/>

# Sensibilità collettiva e smart cities

## *collective sensibility and smart cities*

ALICE ALBANESE

Siamo nell'era urbano-digitale. Le città crescono in numero di abitanti e in numero di relazioni. Considerato il crescente bisogno di diminuzione dei consumi mondiali, di razionalizzazione dell'utilizzo delle risorse, di produzione alternativa dell'energia e di riuso e ri-funzionalizzazione, come può una città sovrappopolata e caotica allinearsi alle nuove esigenze globali? Come si colloca la città del XXI secolo all'interno dell'istanza collettiva di sostenibilità? Come si può preservare il futuro dell'umanità? Nel grafico sono riportate le 7 città più "pesanti" in termini di abitanti, abbiamo incrociato questo dato con quello relativo al progresso tecnologico, i risultati ci mostrano come solo 2 delle 7 città si trovano tra le prime 50 posizioni delle classifiche relative al progresso tecnologico, esattamente New York (12° posizione) e Tokio (25° posizione), che poi sono anche le stesse 2 città che si trovano tra i primi 50 posti nella classifica delle città con il più alto valore in termini di qualità della vita (rispettivamente 47° e 46° posizione). L'incrocio di questi dati ci dimostra come l'utilizzo delle nuove tecnologie influisca positivamente nella qualità della vita specialmente in condizioni di sovrappopolamento.

Dando uno sguardo ai valori relativi ai consumi mondiali, vediamo che nell'ultimo decennio si è andati verso una, seppur non sostanziale, diminuzione dei consumi, se prendiamo in esame i dati relativi agli Stati Uniti d'America, che rimangono ad oggi quelli più alti a livello globale. Tuttavia, il dato realmente preoccupante è quello relativo alla Cina, la quale nello stesso arco temporale ha duplicato il dato di tonnellate equivalenti petrolio (TEP). Se ipotizziamo il raggiungimento dello standard americano pro capite anche per la Cina, scopriamo che esiste ancora un alto margine di aumento dei consumi pro capite cinesi, questa prospettiva non ci permetterebbe di andare lontano e accelererebbe di molto il raggiungimento della soglia massima di utilizzo delle risorse globali. Le politiche di sensibilizzazione verso la riduzione dell'utilizzo delle risorse e la produzione di valore a scala globale, hanno portato l'occidente verso una piccolissima percentuale di riduzione dei consumi e rappresentano uno sforzo più culturale che reale. Pensiamo agli incentivi relativi all'installazione di apparecchi volti alla generazione di energia alternativa (fotovoltaico, eolico, etc...), la differenziazione dei rifiuti, la proliferazione degli orti urbani, e tanto altro, rappresentano ancora oggi un forte segno culturale, ma non riescono ad incidere in maniera decisa in direzione dei traguardi comunitari ormai alla porta (Europa 20 20 20).

Il mondo asiatico, invece, vive una fase di crescita esponenziale, da un lato incompatibile con le esigenze globali attuali, dall'altro lato inarrestabile sotto il profilo economico e politico. Questo scenario ci impone una riflessione, può ancora il mondo ragionare per singole realtà? Senza considerare le interpolazioni delle azioni e le ricadute a scala globale? È necessario riconsiderare il processo decisionale e sperimentare nuove forme di condivisione dell'intelligenza.

"La città intelligente richiede una riflessione sui processi e sull'applicazione dell'intelligenza collettiva in forme differenziate e localmente adeguate" Biennale Internazionale d'Architettura 2012 di Rotterdam (IABR)

Molti sono gli esempi di condivisione della conoscenza per l'ottimizzazione del risultato in termini di qualità e tempi. Le questioni di comune interesse sono alla base di questo principio, ma non solo. Si ricorre alla consultazione di una community of expertise in grado di fornire una panoramica di scenari possibili in breve tempo per ogni argomento, dalla scelta del ristorante all'utilizzo di un software, dall'individuazione di un problema alle sue possibili soluzioni, dalla formazione all'informazione, tutto (o quasi) oggi passa attraverso la consultazione di una community di riferimento. L'offerta è ampia, diversificata e soprattutto libera (senza censura, questo garantisce l'attendibilità dell'informazione e dunque la riuscita del modello. In una community senza censure il pensiero è sempre





composto da parti e controparti, non mancano le informazioni inattendibili e spesso infondate, ma si perdono nell'abissi della pluralità, molteplicità e complessità che nella sua armonia ci permette di realizzare una nostra esclusiva visione a riguardo.

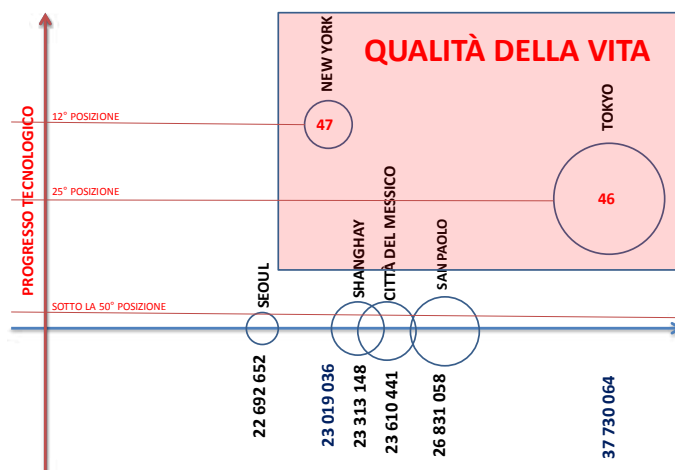
In questo scenario si colloca l'esperienza di Wikyhouse ispirata al movimento software open-source (del quale sistemi come Linux sono stati la punta di diamante) ha usufruito del potenziale della rete come occasione di far meglio tramite la collaborazione. Il principio alla base di questa pratica è quello dell'implementazione della singola idea attraverso un processo di condivisione ed economia della produzione intellettuale secondo la quale un codice trascurato da qualcuno può essere usato e trasformato da qualcun altro. Nei primi mesi del 2012, la rivista Domus ha lanciato una chiamata al progetto open-source con Autoprogettazione 2.0, la sfida è stata raccolta da 257 designer di cui sette premiati ed esposti alla mostra The Future in the Making, a Palazzo Clerici, durante il Salone del Mobile di Milano. La domanda alla quale il concorso ha cercato di rispondere è se sia possibile ripensare il processo produttivo industriale dei mobili da arredamento, partendo dall'autoprogettazione, mantenendo alti qualità di prodotto e contenuto di design: la stessa che si poneva Mari nel 1974.

Non mancano, tra la gamma delle esperienze in corso, quelle rivolte alla connessione reale tra ideatore e sponsorizzatore; con un occhio allo sviluppo delle economie locali, gli internauti hanno messo in campo l'opportunità per imprenditori e impresari di fare scouting intelligente in un mercato globale di idee innovative (una sorta di piazza affari virtuale) che punta alle economie reali (alla realizzazione e commercializzazione del prodotto finito). Tra gli esempi più di successo troviamo Kick Starter, sito web di crowd funding, dove è possibile finanziare (in quota parte) idee di giovani designer, che dal 2010 al 2011 ha visto triplicare l'importo dei finanziamenti da parte dei piccoli investitori (da \$ 27,638,318 a \$ 99,344,382 di dollari donati) e quadruplicare i progetti di successo (da 3910 a 11836 i progetti realizzati). Questo approccio cambia decisamente le regole del gioco. Il crollo dell'economia è stato fortemente influenzato dalla crisi della produzione reale nei paesi sviluppati, il dato di crescita esponenziale di utenti pensatori nel mondo si scontra brutalmente con il crollo del dato di produzione reale nei paesi occidentali. Un paese che non produce è un paese che non può crescere. Gli esempi sopracitati vanno in controtendenza ed offrono un nuovo scenario di crescita reale.

Certamente la questione è molto complessa. Analizzando i dati di produzione dell'ultimo decennio si nota che mentre il dato dell'Europa (ma anche quello degli Stati Uniti) è in discesa, quello della Cina si è quasi triplicato, la questione diventa allarmante se leggiamo i dati con la consapevolezza che il modello asiatico si basa su un rapporto produzione-consumo già ritenuto fallimentare sotto il profilo della sostenibilità globale. Dunque mentre il calo, relativo al mondo occidentale, ha certamente risentito delle politiche di freno del modello di crescita consumistica degli ultimi decenni e dunque della difficoltà ad individuare un nuovo ed efficace modello di crescita sostenibile, il dato asiatico invece si basa proprio su quel modello che noi oggi dichiariamo essere insostenibile e se a questo aggiungiamo il potenziale di crescita ancora decisamente elevato del continente asiatico (citato sopra) ne deduciamo quanto il problema sia globalmente emergente e fortemente preoccupante. L'approccio decisionale è già stato più volte ridiscusso e, spesso, i modelli più convincenti sono stati quelli che offrono una maggiore sensibilità alla domanda locale e un approccio bottom up, ma tutto questo deve essere collocato nello spazio e nel tempo dell'era urbano-digitale, dello scollamento economia reale-finanza, dell'istanza di sostenibilità e della nuova prospettiva spazio temporale che ne deriva.

Secondo questa analisi è possibile che nuovi approcci siano basati sul riequilibrio del rapporto leggerezza (lightness) concretezza (sustantiality), due macro indicatori che influenzano oggi de facto il settore decisionale ad ogni livello. La declinazione in sotto categorie di questi indicatori ci consente di analizzare i modelli di successo al fine di individuare un approccio più penetrante sui processi di crescita e sviluppo globale.

La strada è ancora in salita ma il percorso comincia a delinearsi, molto dipenderà da quanto si sia disposti a mettere in rete le



Fonte dati "Progresso tecnologico": Hilner 2000

Fonte dati "Qualità della vita": Mercer: Indagine sulla Qualità della vita 2011

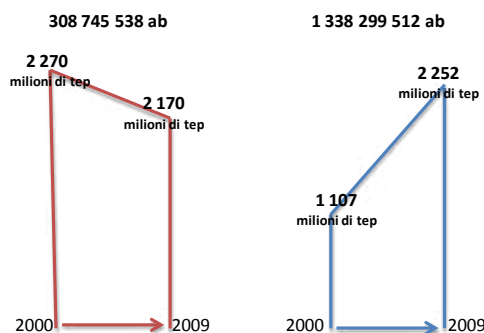
proprie ricerche/esperienze/deduzioni, forse a scapito di successi individuali.

We are in the urban-digital. Cities grow in population and in the number of relationships. Given the increasing need to reduce fuel consumption world, rationalizing the use of resources, alternative energy production and reuse and re-functionalization, how can a city overcrowded and chaotic align itself to the new global needs? What place does the city of the XXI century in the instance of collective sustainability? How can you preserve the future of humanity?

The graph shows the seven most "heavy" in terms of population, we crossed this with one related to technological progress, the results show us that only 2 of the 7 cities are among the top 50 of the rankings for technological progress exactly New York (12 th place) and Tokyo (25 ° position), that they are also the same two cities that are in the top 50 places in the ranking of cities with the highest value in terms of quality of life (respectively 47 ° and 46 ° position). The intersection of these data demonstrates that the use of new technologies to impact positively on the quality of life especially in conditions of overcrowding.

Looking at the values for the global consumption, we see that the last decade has gone to one, although not significant, reduction in consumption, if we examine the data for the United States of America, which remain to this day the most high globally. However, the real data concern is related to China, which has doubled in the same timeframe as the tonnes of oil equivalent (TOE). If we assume the attainment of the standard American per person for China, we find that there is still a high margin of increase in per person consumption in China, this perspective does not allow us to go the distance and greatly accelerate the achievement of the maximum threshold of resource utilization global.

The awareness-raising policies to reduce the use of resources and the production of value on a global scale, have led the West to a small percentage of reduction in consumption and effort are more



Fonte: International Energy Agency - 2009

Un cittadino statunitense consuma ogni anno **12.451 kWh**, rispetto ai **1722 kWh** di un cinese (in Italia il valore è di 5.394 kWh/pro capite).

## CONSUMI MONDIALI



cultural than real. Think of the incentives related to the installation of devices aimed at generating alternative energy (solar, wind, etc ...), waste separation, the proliferation of urban gardens, and much more, still represent a strong cultural sign, but they can not to affect in a decisive way towards EU targets already at the door (Europe 20 20 20).

The Asian world, however, going through a phase of exponential growth, on the one hand incompatible with the current global needs, on the other hand unstoppable economically and politically. This scenario requires us to reflect, the world can still think for individual reality? Regardless of the interpolations of actions and consequences on a global scale? It is necessary to reconsider the decision-making process and experiment with new forms of sharing intelligence.

"The smart city requires a reflection on the processes and application of collective intelligence in different forms and locally adapted" International Architecture Biennale Rotterdam 2012 (IABR) There are many examples of knowledge-sharing to optimize the results in terms of quality and time. Matters of common interest are the basis of this principle, but not only. Is used to consult a community of expertise to provide an overview of possible scenarios in a short time for each subject, the choice of the restaurant using a software, the identification of a problem to its possible solutions, from training to 'information, all (or nearly all) now passes through the consultation of a community of reference. The offer is wide, varied and mostly free (without censorship, this ensures the reliability of information and therefore the success of the model. Community an uncensored thought is always made of parts and counterparts, there are the unreliable information and often unfounded, but are lost in the abyss of plurality, multiplicity and complexity in its harmony allows us to make our unique vision in this regard.

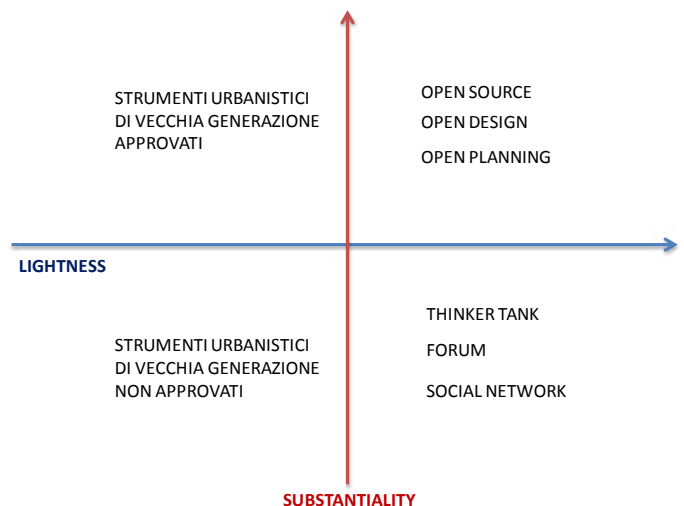
This scenario places the experience of Wikyhouse inspired by the open-source software movement (of which systems such as Linux have been the spearhead) has used the potential of the Internet as an opportunity to do better through collaboration. The principle behind this practice is that the implementation of the single idea through a process of sharing and economics of intellectual production, according to which a code, ignored by some, can be used and changed by someone else. In early 2012, the magazine Domus has launched a call to the open-source project with Autoprogettazione 2.0, the challenge was taken up by 257 designers including seven awards and exhibited at the The Future in the Making, Palazzo Clerici, during the Salone del Mobile in Milan. The question that the competition has tried to answer is whether it

is possible to rethink the industrial production process of furniture, starting from shared design, maintaining high product quality and design standard: the same that was placed Mari in 1974.

There are, among the range of experiences in the course, those aimed at real connection between creator and sponsoring, with an eye to the development of local economies, internet users have fielded an opportunity for entrepreneurs and businessmen to make intelligent scouting in a global market of ideas (a sort of virtual business place) that points to the real economy (the production and marketing of the finished product). Some of the most successful are Kick Starter, crowd funding website, where you can finance (in proportion) for ideas of young designers, who from 2010 to 2011 has tripled the amount of financing by small investors (from \$ 27,638,318 to \$ 99,344,382 dollars donated) and quadruple successful projects (from 3910 to 11836 the projects).

This approach definitely changes the rules of the game. The collapse of the economy has been heavily influenced by the crisis of the real production in developed countries, data of the exponential growth of users thinkers in the world collides brutally with the collapse of the real production data in Western countries. A country that does not produce is a country that can not grow. The above examples go against and offer a new scenario for real growth.

Of course, the question is very complex. Analyzing the production data of the last decade we note that while the figure of Europe (but also in the U.S.) is down, that China has almost tripled, the question

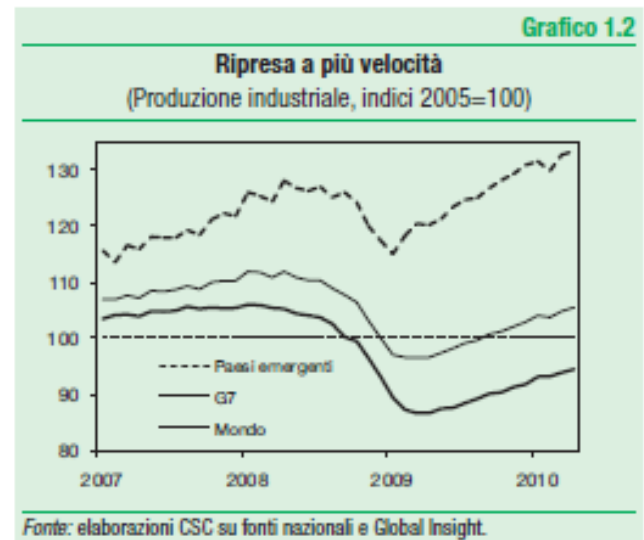


becomes alarming if we read the data with the knowledge that the Asian model is based on a ratio of production to consumption is already considered bankruptcy in terms of global sustainability. So while the drop on the Western world, has certainly affected by the policies of the brake consumerist model of growth in recent decades, and so the difficulty in finding a new and effective model of sustainable growth, Asia data instead builds on that model we now declare to be unsustainable and if we add to this the still very high growth potential of the Asian continent (quoted above) we deduce that the problem is globally emerging and deeply disturbing.

The decision-making approach has been repeatedly re-discussed and often more convincing models were those that provide greater sensibility to local demand and a bottom up approach, but this should be placed in space and time era urban digital, disconnect the real economy-finance, sustainability and the instance of the new space-time perspective it brings.

According to this analysis it is possible that new approaches are based on the rebalancing of the relationship lightness / substantiality, two macro indicators affecting the sector decision-making at every level. The variation in subcategories of these indicators allows us to analyze the successful models in order to identify a more penetrating on the growth and global development.

The road is still uphill, but the path is beginning to emerge, much will depend on how much we are willing to network our research / experience / deductions, perhaps at the expense of individual successes.



#### NOTE

1. Facendo riferimento alla scadenza del 2020 la strategia europea si esprime con tre obiettivi:

- consumi di fonti primarie ridotti del 20% rispetto alle previsioni tendenziali, mediante aumento dell'efficienza secondo le indicazioni di una futura direttiva,
- emissioni di gas climalteranti, ridotte del 20%, secondo impegni già presi in precedenza, protocollo di Kyoto, ETS (Emissione Trading Scheme),
- aumento al 20% della quota di fonti rinnovabili nella copertura dei consumi finali (usi elettrici, termici e per il trasporto)

2. La quinta Biennale di Architettura di Rotterdam rappresenta un momento d'incontro e confronto europeo sui temi più significativi dell'architettura, conclusasi il 12 agosto, per la prima volta è stata curata da un team internazionale. Al centro del dibattito il contesto urbano con la mostra Making City, che sviluppa i vari aspetti della città: mobilità, housing, ambiente, rivitalizzazione economica.

3. WikiHouse è un arsenale costruttivo interamente open-source. Piante e modelli dell'abitazione sono disponibili online, insieme con le relative varianti e addizioni cui chiunque può aggiungere o sottrarre qualcosa, per progettare, realizzare e montare la propria WikiHouse.

4. Domus a marzo del 2012 ha invitato designer, architetti, studenti e professionisti di tutto il mondo a partecipare a un concorso di progettazione open-source in cui bisognava ideare una collezione d'arredamento da usare nei FabLab di tutto il mondo che potesse essere realizzata dagli stessi FabLab.

5. Il progetto di Enzo Mari del 1974, oggi leggendario, consisteva in un sistema di regole generali per creare mobili a buon mercato, di alta qualità, durevoli e facili da montare usando solo tavole grezze e chiodi. Il progetto di Mari era contemporaneamente una seria proposta di design e un provocatorio invito a riflettere con sguardo critico sul processo di produzione.

6. Kickstarter è un sito web di crowd funding per progetti creativi. Tramite esso sono stati finanziati diversi tipi di imprese, tra cui film indipendenti, musica, spettacoli teatrali, fumetti, giornalismo, videogame e imprese legate all'alimentazione. Non è possibile "investire" su progetti Kickstarter per trarne un guadagno in denaro, ma solo "supportare" un progetto in cambio di una ricompensa materiale o un'esperienza unica nel suo genere, come una lettera personale di ringraziamenti, magliette personalizzate, una cena con un autore, o il primo collaudo di un nuovo prodotto.

#### BIBLIOGRAFIA

- Krause K., A smart guide to utopia, Lecool, 2012  
 Smith P. D., City. A guidebook for the urban age, Bloomsbury, London, 2012  
 Matteoli L., Pagani R., CityFutures Architettura Design Tecnologia per il futuro delle città (Atti della Conferenza), Hoepli, Milano, 2010  
 Pacchetto clima ed energia 20-20-20, Commissione Europea, 2008  
 Graham S., Marvin S., Città e comunicazione. Spazi elettronici e nodi urbani, Baskerville, Bologna, 2002

**Tabella 1.1**

**La nuova mappa mondiale della produzione**

Paesi produttori	Quote % dei primi 20 produttori mondiali in dollari correnti			Var. % medie annue della produzione, dati in dollari 2005	
	2000	2007	2009	2000-07	2007-09
1 Cina	8,3	15,4	21,5	21,2	12,0
2 Stati Uniti	24,8	17,4	15,1	1,4	-7,5
3 Giappone	15,8	8,9	8,5	1,3	-13,9
4 Germania	6,6	7,5	6,5	2,7	-9,5
5 Italia	4,1	4,5	3,9	0,0	-11,7
6 Corea del Sud	3,1	3,9	3,6	5,5	-0,6
7 Francia	4,0	3,9	3,6	0,2	-7,0
8 India	1,8	2,7	2,9	7,8	4,7
9 Brasile	2,0	2,6	2,7	3,8	-3,8
10 Regno Unito	3,5	3,0	2,3	0,1	-7,2
11 Russia	0,7	2,1	2,2	6,3	-5,2
12 Spagna	2,0	2,5	2,2	1,0	-13,7
13 Canada	2,3	2,2	1,8	-0,4	-11,2
14 Messico	2,3	1,8	1,6	1,7	-6,2
15 Turchia	0,9	1,1	1,3	7,1	-8,5
16 Taiwan	1,7	1,4	1,3	4,2	-7,6
17 Paesi Bassi	1,1	1,2	1,2	1,6	-5,8
18 Polonia	0,6	0,9	0,9	8,3	0,2
19 Belgio	0,9	1,0	0,9	1,6	-9,2
20 Svizzera	0,7	0,8	0,8	2,8	-4,7
UE 15	25,7	27,6	24,0	1,4	-9,6
BRIC	12,8	22,7	29,3	14,8	8,4
Nuovi-UE	1,4	2,6	2,5	7,3	-4,2

Fonte: elaborazioni e stime CSC su fonti nazionali e Global Insight.





# BIENNALE ARCHITET- TURA 2012

## COMMON GROUND

MAURIZIO ODDO

La partecipazione alla Biennale di Venezia, con i lavori degli studenti del corso di laurea in Architettura, ha costituito un importante traguardo per la giovane Università di Enna, nel rapporto fondativo tra architettura e sperimentazione. Un'angolazione abbastanza complessa che ha avuto inizio con le scelte del curatore, l'architetto David Chipperfield, rivolte alla integrazione e allo scambio tra progettisti affermati e scuole di architettura, provenienti da tutto il mondo e appositamente selezionate. In un Paese come il nostro, dove la frammentazione di eventi non è una novità, la mostra veneziana rimane un insostituibile punto di riferimento. La Biennale di Architettura, soprattutto per i giovani studenti di architettura, pieni di entusiasmo e di onestà intellettuale, rimane la migliore occasione per farsi notare e avviarsi a vivere professionalmente. A partire da queste premesse e come dimostrano i lavori dell'Università di Enna presentati alla manifestazione, le possibilità di varianti sono infinite, e gli studenti che hanno aderito sembrano volerle sperimentare tutte, quasi a costruire un proprio personale catalogo di rapporti architettonici, proprio come Josef Albers nella sua serie infinita di omaggi al quadrato. Al contrario, forse, di molti loro giovani colleghi che nell'indifferenza del mestiere e richiamati dalle sirene della moda architettonica, esemplarmente illustrata all'interno di riviste sempre più patinate, gli allievi di Enna cercano di far vedere ciò che è visibile di primo acchito: il metodo opposto della concentrazione assoluta sull'oggetto architettonico, lontano dal caso e dalla moltitudine degli oggetti e delle situazioni che ci si trova davanti ogni momento. Concentrazione che talvolta diventa ossessione. Ossessione dell'atto architettonico e del suo linguaggio. In tal modo, l'esperienza dei nostri giovani allievi si colloca perfettamente all'interno delle tematiche che Sir David Chipperfield ha scelto per la sua Biennale di Architettura - Common Ground - destinata a celebrare la cultura architettonica nella sua normalità, come discussa all'interno delle principali scuole di architettura di oggi. Un dialogo costruttivo, quindi, in grado di attraversare i confini generazionali, stilistici, geografici e disciplinari e di fare emergere il ruolo essenziale di altri settori della cultura architettonica - l'arte, i media, le istituzioni di ricerca, le scuole e l'editoria - nel terreno comune della professione e della città. Con la partecipazione alla XIII Biennale Internazionale di Architettura di Venezia, il Corso di Laurea di Enna, oltre alle sue competenze multidisciplinari classiche, rafforza la coscienza critica dei futuri architetti nell'ambito delle discipline del progetto. Un invito a leggere e a sviluppare la storia del giovane ateneo ennese, a partire da questa occasione puntuale, quale è la partecipazione a una Mostra Internazionale di Architettura in grado, allo stesso tempo, di cogliere nuove e entusiasmanti prospettive.









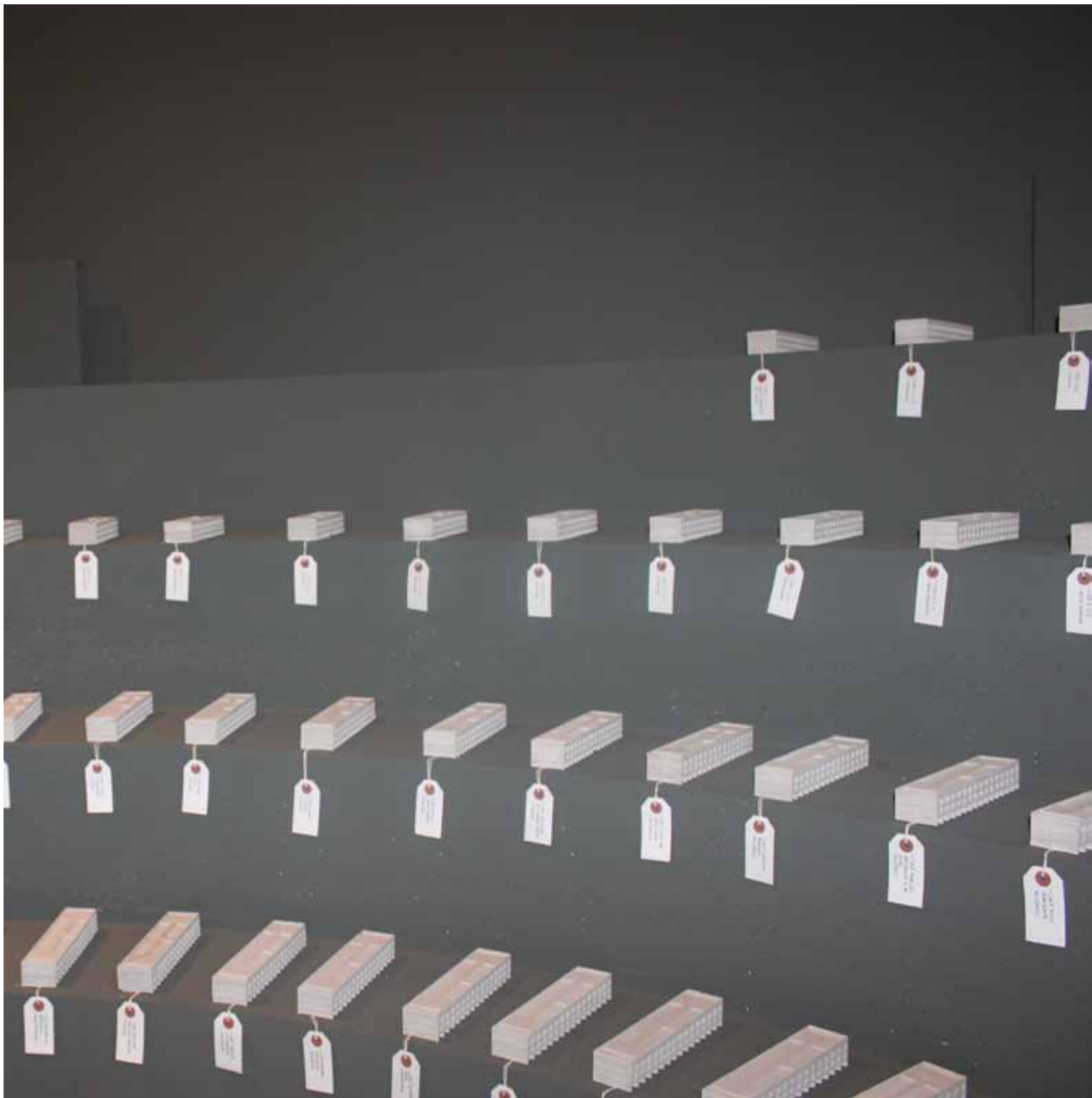














# TRASDUTTORI PIEZOELETTRICI PER APPLICAZIONI DI ENERGY HARVESTING

## *piezoelectric bender transducers for energy harvesting*

ALESSANDRO BARRACCO  
MARIO DENARO

Le condizioni attuali di sviluppo hanno generato problemi di ordine generale che si ripercuotono in misura più o meno rilevante in tutti gli Stati industrializzati ed iniziano a porsi anche in quelli in via di sviluppo. Tra i problemi di maggiore interesse vi sono quelli connessi all'energia; infatti se da un lato l'aumento di energia offre migliori condizioni di vita e di sviluppo, dall'altro genera elevati fenomeni di inquinamento atmosferico ed in taluni casi anche dipendenza da pochi stati detentori della maggior parte delle materie prime. Numerose sono le ricerche finalizzate al risparmio energetico e soprattutto alla produzione di energia da fonti rinnovabili o fonti "pulite" (meno inquinanti di quelle tradizionali). Lo studio da noi condotto, ha come obiettivo primario quello di strutturare in termini teorici e pratici una tecnologia valida per la produzione di energia elettrica mediante l'applicazione di trasduttori di pressione in ambito stradale. Il trasduttore è un dispositivo in grado di trasformare (trasdurre) le variazioni di una grandezza fisica (deformazione meccanica indotta dall'ambiente esterno) non elettrica in una corrispondente variazione di energia elettrica. Il trasduttore è un meccanismo che viene eccitato da un particolare sistema e fornisce energia, solitamente sotto una

diversa forma, ad un altro sistema. In base alla grandezza fisica da convertire ci sono diversi tipi di trasduttori. Nello studio svolto si sono utilizzati trasduttori di pressione e nello specifico piezoelettrici. Sfruttando tale peculiarità, si è costruito in scala di laboratorio, un dispositivo meccanico, da collocare all'interno della pavimentazione stradale, in grado di trasferire le vibrazioni dell'ambiente esterno al trasduttore piezoelettrico. Il dispositivo, come verrà descritto nel seguito, è stato realizzato con l'ulteriore obiettivo di poter calibrare la frequenza di oscillazione del sistema adattandola al particolare dispositivo piezoelettrico installato. (Fig. 1a). In dettaglio, lo scatolare esterno risulta solidale alla pavimentazione mentre lo scatolare interno può oscillare sotto l'azione di un impulso meccanico applicato in corrispondenza della superficie di contatto. Gli elementi elastici risultano intercambiabili con l'obiettivo di modificare la rigidità del collegamento e quindi calibrare la frequenza di oscillazione del trasduttore piezoelettrico installato. Quest'ultimo risulta infatti collegato, mediante una configurazione cantilever, allo scatolare interno, come meglio mostrato in Fig.1, e può essere prevista, in corrispondenza dell'estremo

libero, una massa concentrata con l'obiettivo di calibrare la frequenza di oscillazione dell'intera struttura. Lo stesso effetto potrebbe ottenersi incastrando la trave piezoelettrica ai suoi estremi, e prevedendo la calibrazione delle frequenze naturali per mezzo di masse concentrate in mezzzeria (Fig. 1b).

L'eccitazione dinamica dell'incastro induce una flessione sulla trave, che in virtù dell'effetto piezoelettrico diretto genera corrente elettrica accumulabile per mezzo di batterie. Il prototipo può altresì prevedere piezoelettrici bender ottenuti secondo due diversi layout ovvero: configurazione in serie e configurazione in parallelo (Fig. 2). La scelta tra una delle due configurazioni è legata al particolare contesto applicativo.

La configurazione di riferimento per lo studio in oggetto consiste di un trasduttore piezoelettrico bimorfo a pianta rettangolare, incollato ad una trave di acciaio, incastrata ad un estremo. Questo convertitore è costituito da tre strati: due piezoelettrici all'esterno (strati attivi) e una sottile lamina metallica nella sezione centrale (strato passivo). Lo strato passivo svolge sia la funzione di collegamento tra i due strati attivi, che di allontanamento degli stessi dall'asse neutro, comportando

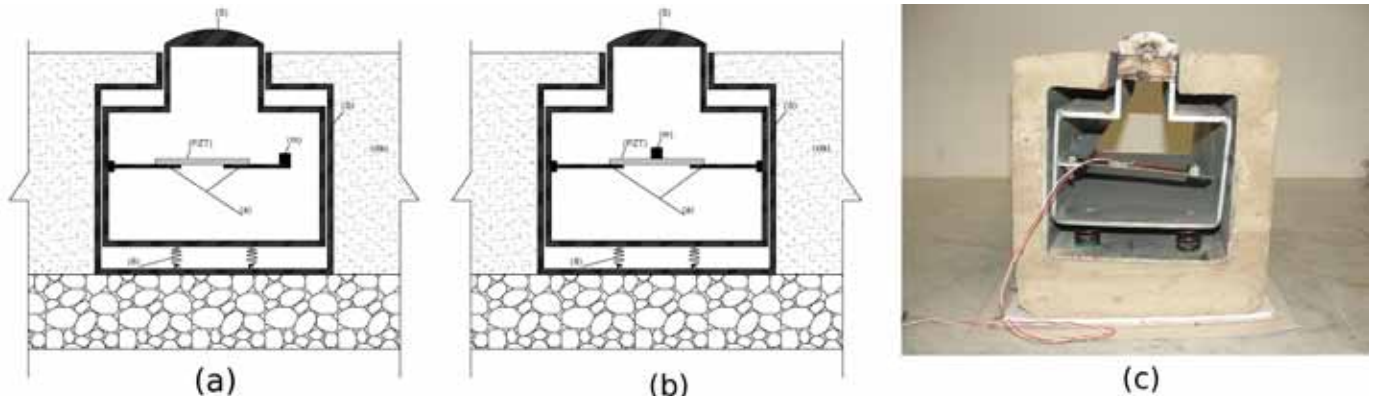


Fig. 1: (a) Configurazione meccanica "cantilever"; (b) configurazione meccanica trave incastrata - incastrata; (c) prototipo.

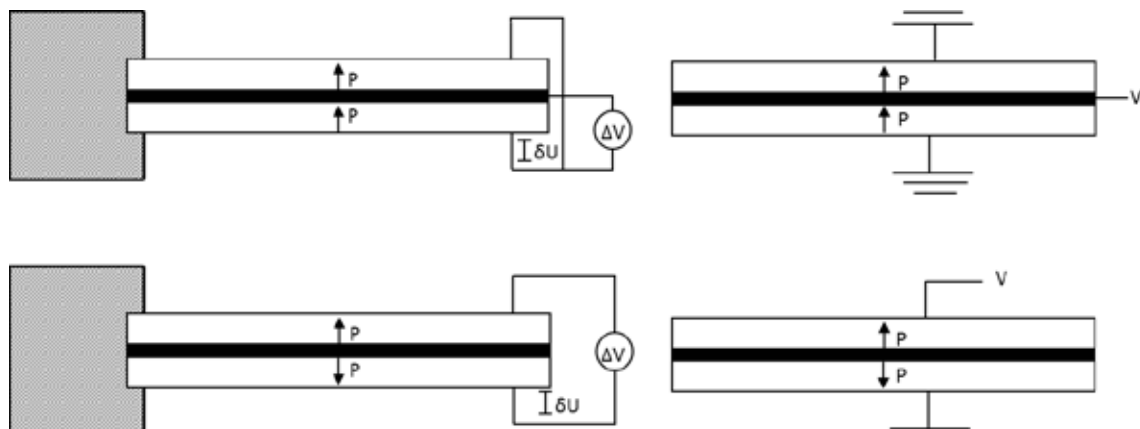


Fig. 2: Sistema di polarizzazione in serie (sopra) e in parallelo (sotto).



un incremento delle deformazioni e di conseguenza del potenziale elettrico. Il materiale di cui tale convertitore è costituito è il piombo zirconato di titanio (PZT-5A), materiale dotato di una elevata efficienza e di una versatilità nella produzione di carica. La modalità di polarizzazione è di tipo parallelo, quindi si rende necessario

PARAMETER	SIZE
Length piezo	$l_p = 40\text{mm}$
Width piezo	$w_p = 16\text{mm}$
Thickness piezo	$t_p = 0.80\text{mm}$
Thickness patch upper	$t_{pu} = 0.36\text{mm}$
Thickness patch lower	$t_{pl} = 0.36\text{mm}$
Thickness plate	$t_{sp} = 0.08\text{mm}$
Length beam	$l_b = 130\text{mm}$
Width beam	$w_b = 16\text{mm}$
Thickness beam	$t_b = 0.50\text{mm}$
Density piezo	$D_p = 7750\text{ kg/m}^3$
Density steel	$D_b = 7850\text{ kg/m}^3$
Young's modulus piezo	$E_p = 6.6 \cdot 10^{10}\text{ Pa}$
Young's modulus steel	$E_b = 20.5 \cdot 10^{10}\text{ Pa}$
Spring section	$A = 4.1 \cdot 1.9\text{ mm}^2$
Spring height	$L = 44\text{ mm}$
Elastic spring constant	$K = 30.8\text{ N/mm}$

l'adozione di tre connessioni elettriche per l'estrazione della carica convertita. La figura sottostante mostra le specifiche del microrisonatore nelle due configurazioni adottate (Fig. 3).

Tab.1: parametri meccanici

Come detto sopra, sono state adottate due configurazioni in cui, rispettivamente, il piezo è posto ad una distanza di 1 cm e 6 cm dall'incastro. L'eccitazione dinamica dell'incastro, indotto dal passaggio del veicolo sullo scatolare libero di muoversi lungo l'asse verticale per 22 mm, impone una flessione della trave per effetto dell'inerzia in gioco. Tale flessione è pari alla compressione del 50% della lunghezza della molla. Il trasduttore piezoelettrico incollato

sulla superficie della trave in acciaio, subisce una sollecitazione di trazione per metà delle fibre che lo compongono, e di compressione per la metà restante che si traduce, per accoppiamento elettromeccanico, in potenziale elettrico. Sono state condotte due differenti simulazioni, per valutare come varia la risposta, sia in termini di spostamento che di potenziale elettrico, del modello al variare della posizione del piezo sulla trave in acciaio incastrata ad un estremo. L'analisi è stata fatta sviluppando alcuni modelli numerici mediante il metodo degli elementi finiti, tramite il codice Comsol Multiphysics 4.2©. Dapprima è stata condotta l'analisi statica, applicando uno spostamento imposto in testa alla struttura flessibile di 22 mm (Fig. 4).

A questo ha fatto seguito un'analisi dinamica forzata per la determinazione, in prima battuta, degli spostamenti reali del piezo (Fig. 5a), ed in seconda battuta della distribuzione del potenziale sul materiale piezoelettrico (Fig. 5b). Il modello FEM ha utilizzato una "mesh" tetraedrica libera composta da 14658 elementi solidi per un totale di 90514 gradi di libertà. Come si evince dal grafico sottostante lo stress meccanico al quale è sottoposto il piezo in configurazione 1 è maggiore rispetto alla configurazione 2, a seguito della vicinanza dello stesso all'incastro. Questo maggiore stress meccanico si traduce in un incremento del potenziale elettrico misurato in corrispondenza dell'estremo destro del piezo.

L'idea di poter convertire parte dell'energia dissipata dai veicoli in movimento, in energia elettrica, apre le porte ad un nuovo modo di pensare l'infrastruttura viaria, capace questa di autoprodurre l'energia di cui necessita per garantire tutti i servizi indispensabili, come ad esempio l'illuminazione stradale. Le criticità riscontrate in questa fase iniziale,

studio dettagliato sulla frequenza e sulla volumetria del convertitore. Forti dei risultati ottenuti al calcolatore si può affermare che un incremento dello spessore del convertitore comporta un aumento del potenziale elettrico rilasciato dallo stesso. Tale risultato è confermato se si prende in esame, come sistema di polarizzazione, quello in parallelo. Inoltre, sulla base degli studi già condotti, sia a livello nazionale che a livello internazionale, si evince come l'energia prodotta è massima nel caso in cui la forzante ed il convertitore sono in risonanza. Si ha, dunque, l'esigenza che il sistema sia il più possibile "accordato" alla vibrazione cui è soggetto: nel caso in esame, essendo quest'ultima di tipo variabile, si dovrà prevedere una soluzione che ne permetta comunque un efficiente sfruttamento.

The current conditions of development have created general problems that affect in a more or less relevant way, both the industrialized nations and developing ones. Among the problems of greatest interest there are those related to energy. Even if the increase of energy offers better living conditions and development, on the other side, it generates high air pollution phenomena, and also dependence from the few states that are owners of most raw materials. There are many research with the aim to save energy, and above all to product energy from renewable sources (that are cleaner than the traditional sources). The most important goal of this work is to structure in theoretical and practical terms, a valid technology for the production of electricity through the application of piezoelectric sensors in the field of road. The transducer is a device able to convert (transducer) the variations of a not electrical quantity in a corresponding variation of an electrical quantity. The transducer is a device that is energized by the energy that comes from a particular system, and provides energy, usually in a different form, to another system. According to the physical quantity to be converted there are different types of transducers. In this study we have used pressure transducers and in particular piezoelectric. The study concern the characterization of electro-mechanical behavior of some types of piezoelectric sensors, in the market, and we use the pavement as that medium trough it will produce electricity from mechanical vibration produced by potential vehicle transiting in it. The activity of study has tried also to identify potential uses of electricity, in particular, we have evaluated the ability to power the lighting and electrical devices in the field of road. The main purpose of this paper is to define an energy harvesting devices that can be used to recover energy from the vehicular traffic as well as from the train and pedestrian ones. The innovation introduced arises from the use of piezoelectric bender devices instead of piezoelectric stack transducers. Here we focuses on the definition and specification of an innovative mechanical configuration to transfer the vibration to the piezoelectric transducer. The flexibility of the patent allows modifying the oscillation frequency of the overall structure in order to match the resonance frequency of the piezos. The prototype of the energy harvesting device is made up of two different boxes connected by elastic elements (see. Fig. 1a). The external box is rigidly fixed to the external environment while the internal one can vibrate under an external mechanical impulse applied on the contact surface. The elastic elements can be changed in order to modify the stiffness of the connection among the two boxes and thus calibrate the natural vibration frequencies of the

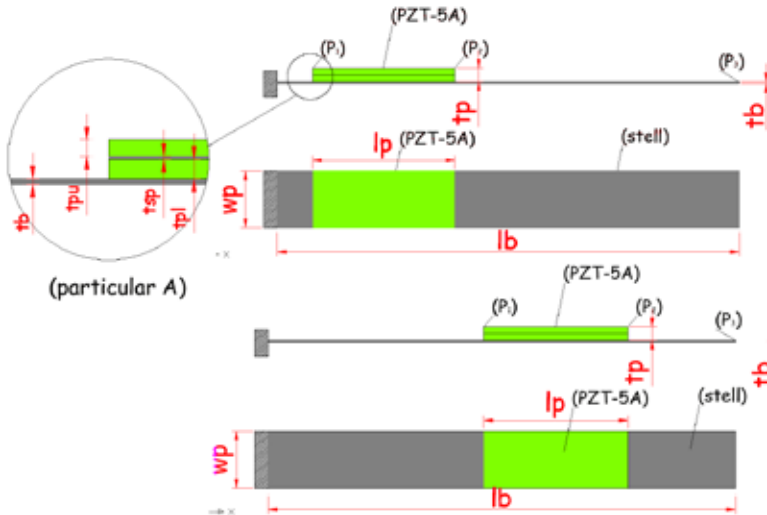


Fig. 3: Struttura di riferimento a pianta rettangolare possono essere superate facendo uno

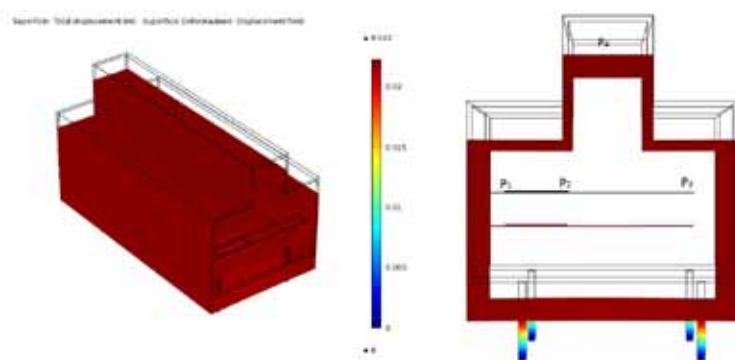


Fig. 4: Modello FEM struttura meccanica

piezoelectric transducer.

This one is bonded over a metallic substrate that is fixed as represents as a cantilever beam clamped at one end of extremity to the internal box. Moreover, and a tuning mass can be placed at the free end extremity of the beam in order to better match find the proper natural frequency of the piezoelectric device. The same effect can be obtained by constraining the device following a clamped/clamped configuration, thus foreseeing the use of tuning masses in the middle of the beam (see Fig. 1b). The dynamic excitation transferred to the clamped side of the piezoelectric device induces a bending deformation in it. This deformation, by means of the direct piezoelectric effect and by using bimorph bender piezoelectric devices, allows to generate electric energy to be stored in suitable batteries. According to the particular application, the piezoelectric devices can be arranged following two different circuitry layout: series and parallel bimorph (see Fig. 2).

As already mentioned, numerical analyses are performed in order to study the dynamical electromechanical behavior of the device, proposed in order to harvest energy from the vehicular, rail or pedestrian traffic. The bender device, i.e. the active component with the piezoelectric transducer, is made up of a passive substrate, consisting of a steel thin beam, and of the active piezoelectric bimorph transducer, consisting of PZT-5A and electrically arranged in parallel configuration. The active and the passive components are bonded together (fig. 3) and the overall bender device is clamped at one end of the internal box. Both the internal and the external boxes are made up of steel, whose Young's Modulus and Poisson's ratio are  $E=205$  GPa and  $\nu=0.3$ , respectively. Instead, the material properties of the piezoelectric transducer are those characterizing the PZT-5A and are here omitted for brevity. The geometry and the mechanical properties characterizing the configurations analyzed are shown in fig. 3 and in tab 1. It is worth nothing that the elastic elements, that provide the connection between the external and the internal boxes, are characterized by the elastic constant  $K$  and that, in fig. 3, two different bender device configurations are shown.

Tab. 1: Mechanical parameters

The two configurations differ for the piezoelectric transducer positioning over the metallic substrate. More particularly, in the first configuration the piezoelectric device is bonded on the substrate at a distance from the clamped side of 10 mm. In the second configuration this distance is instead increased to 60 mm. The finite element model, solved through the commercial

FE code COMSOL Multiphysics®, consists of 14658 tetrahedral elements and 90514 DoF. The initial condition for the dynamical analyses is represented by the deformed configuration corresponding to an imposed vertical displacement for the internal box of 22 mm (Fig. 4). The dynamical responses of the two different configurations analyzed has been characterized in terms of vertical displacements and electric potential of the point P2 located at the right hand side of the piezoelectric transducer. It can be observed that, although the maximum vertical displacements of the right end side of the piezoelectric device for the two different configurations are quite the same, the peak voltage, switching from configuration 1 to configuration 2, increase from about 200 V to about 300 V. This is due to the increased mechanical strain induced to the piezoelectric device by configuration two with respect to configuration 1. The idea of converting a part of the energy lost by moving vehicles into electric power opens new perspective on the road infrastructure, which could be able to autoproduce its own energy in order to serve all needs, such as lighting. The critical aspects of this study can be passed detailing more deeply the convertitor natural frequency and volume. Based on FEM analysis we can affirm that a thicker convertitor could lead to a high voltage. Such result is confirmed if we consider the parallel poling direction. On the basis of the existing literature we can also say that as the external source force frequency and the convertitor natural frequency as at resonance the system produces the maximum power; so it is necessary that the system is as much as possible "accorded" to the external vibrations: in the present case, as the latter is a variable function of time, we need to provide a solution that could exploited it efficiently.

#### BIBLIOGRAFIA

S. Roundy et al. "Improving power output for vibration-based energy scavengers", *Pervasive Computing*, IEEE 4.1 (2005), pp. 28–36.  
C. B. Williams, R. B. Yates e L. Volta. "Analysis of a micro-electric generator for microsystems", *Sensors and Actuators A: Physical* 52.1-3 (1996).  
Proceedings of the 8th International Conference on Solid-State Sensors and Actuators Eurosensors IX, pp. 8–11.  
G.K. Ottman, H.F. Hofmann e G.A. Lesieutre. "Optimized piezoelectric energy harvesting circuit using step-down converter in discontinuous conduction mode", *Power Electronics*, IEEE transactions on 18.2 (2003), pp. 696–703.  
Maxime Defosseux, Marcin Marzencki, Skandar Basrour, "Piezoelectric vibration harvesting device with resonance frequency automatic tracking capability".

Ping LI , Yumei WEN, Chaobo JIA, and Xinshen LI, "A Magnetolectric energy harvesting and management circuit", *Power MEMS* 2009, Washington DC, USA, December 1-4, 2009.  
Eli S. Leland, Jessy Baker, Eric Carleton, Elisabeth Reilly, Elaine Lai, Brian Otis, Jan M. Rabaey, Paul K. Wright, "Improving Power output for vibration-based energy scavengers". Published by the IEEE Cs and IEEE ComSoc(2005).  
P.D Mitcheson, T.C Green, E.M Yeatman, S Holmes, "Analysis of optimized micro-generator architectures for Self-Powered ubiquitous Computers".  
Arvindh Rajasekaran, Abhimana Hande, Dinesh Bhatia, "Buck-Boost Converter Based Power Conditioning Circuit for Low Excitation Vibrational Energy Harvesting".  
D. Benasciutti, E. Brusa, L. Moro, S. Zelenika, "Ottimizzazione di dispositivi piezoelettrici per accumulo di energia", *AIAS-Associazione italiana per l'analisi delle sollecitazioni XXXVII Convegno Nazionale*, 10-13 Settembre 2008, Università di Roma "La Sapienza".  
Henry A. Sodano, Daniel J. Inman, Gyuhae Park. "Comparison of Piezoelectric Energy Harvesting devices for recharging batteries", *Journal of Intelligent Material System and Structures*, Vol. 16-October (2005).  
Paul D. Mitcheson, Tim C. Green, Eric M. Yeatman, Andrew S. Holmes. "Architectures for Vibration-Driven Micropower Generators", *Journal of microelectromechanical system*, Vol. 13, NO. 3, JUNE (2004)  
L. Moro, D. Benasciutti, E. Brusa, S. Zelenika, "Caratterizzazione sperimentale di Energy Scavengers Piezoelettrici ottimizzati", *AIAS-Associazione italiana per l'analisi delle sollecitazioni XXXVIII Convegno Nazionale*, 09-11 Settembre 2009, Politecnico di Torino.  
Christopher Scholer, Jeffrey Ikeler, Joshua Ramirez, Sarah Jen, Glynn Falcon, "Piezoelectric Harvesting. A sustainable approach to clean energy generation in airport terminal " April 13, (2009)  
Alberto Borboni, Diego De Santis, Rodolfo Faglia, "Analisi Stocastica delle vibrazioni libere in una trave piezoelettrica bimorfa", *Brescia Ricerche Anno XVI – N. 55 – Giugno* (2006).  
Alberto Donoso, Ole Sigmund, "Optimization of piezoelectric bimorph actuators with active damping for static and dynamics load", *March*, (2007).  
Bruno Andò, Pietro Giannone, Salvatore Graziani, Nicola Pitrone, "Measurement System For The Characterization Of Piezoelectric Bimorphs".  
G. L. C. M. de Abreu, J. F. Ribeiro, V. Steffen Jr, "Finite Element Modeling of a Plate with Localized Piezoelectric Sensors and Actuator", *ABCM April-June 2004*, Vol. XXVI, No. 2  
Chopra I. Review of State-of-Art of Smart Structures and Integrated Systems. *AIAA Journal* 2002; 40: 2145-2187.  
Roundy S, Wright PK, Rabaey J. Energy scavenging for wireless sensor networks with special focus on vibrations. *Kluwer Academic Press*, 2003.  
Abramovich H, Milgrom C, Harash E, Azulay LE, Amit U. Patent application title: Multi-layer modular energy harvesting apparatus, system and method. *INNOWATTECH LTD* 02/25/2010.

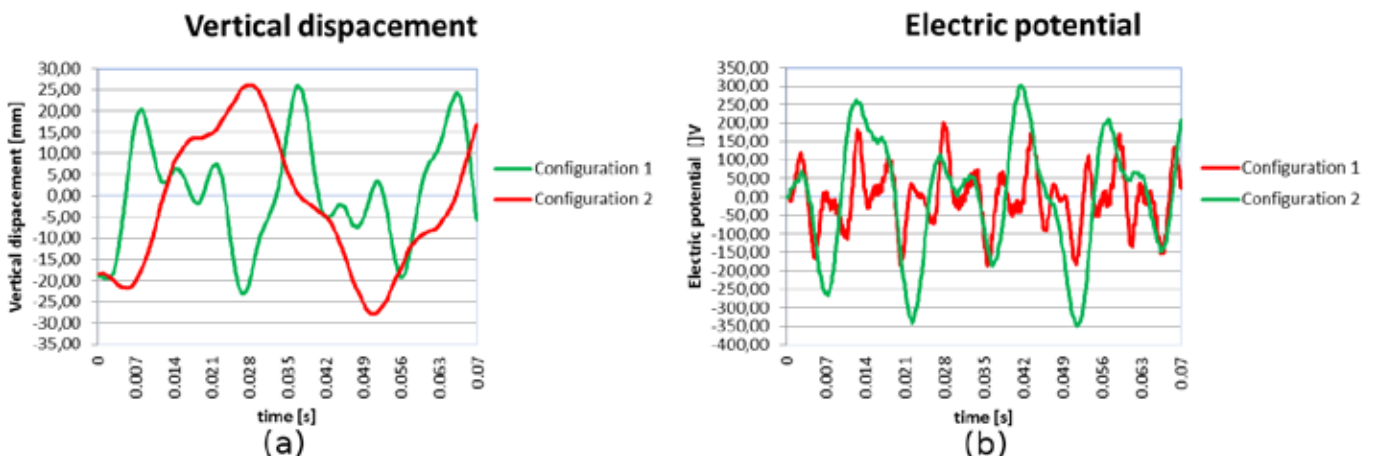


Fig. 5: risultati analisi dinamica (a) spostamento punto P2; (b) potenziale elettrico punto P2

# La corsia dinamica nelle autostrade italiane innovazione e potenzialità

## *the dynamic lane highways in italian innovation and potential*

MARIA ANTONIETTA MORGANO

[1] L'incremento del parco veicolare italiano, e il conseguente aumento del trasporto su gomma, si riflettono proporzionalmente sul peggioramento della congestione del traffico, sull'aumento dell'incidentalità stradale e delle emissioni inquinanti in atmosfera. Laddove la crescita del trasporto su strada eccede la capacità delle infrastrutture esistenti le implicazioni negative sulla sicurezza e sull'ambiente sono evidenti.

Nell'ambito dello sviluppo delle tecnologie ITS (Intelligent Transport System), la realizzazione della terza corsia dinamica costituisce un risultato di eccellenza per la fluidificazione del traffico e per l'ottimizzazione del servizio dell'arteria autostradale nei momenti di massima congestione. Come sottolineato dall'UNECE (United Nations Economic Commission for Europe) nei suoi studi più recenti in materia, "Intelligent Transport Systems can help to reduce travel uncertainty by smoothing traffic flow and therefore reducing fluctuations in travel times. ITS can also provide improved real-time and predictive information that allows travellers to plan trips in a more effective way".

Molto diffusa sulla rete autostradale tedesca, polacca e dei Paesi Bassi, la corsia dinamica prevede l'utilizzo della corsia più a destra della carreggiata dell'autostrada come regolare corsia di marcia o come corsia di emergenza, in base alle necessità o alla mole di traffico. Attualmente, in Italia, la corsia dinamica è in esercizio in due reti autostradali: dal 2003 sulla tangenziale di Mestre-A57 e, dal 2008, sulla A14, nodo di Bologna. In entrambi i casi, i tratti precedenti a due corsie di marcia più corsia d'emergenza per senso di marcia, erano risultati inadeguati a sostenere la mole di traffico. Proprio l'impossibilità di allargare le carreggiate ha determinato la costruzione della corsia dinamica, realizzata, relativamente alla larghezza della carreggiata, sulla base delle deroghe previste dal Codice della Strada. Nel caso della A57, con l'apertura ad est dei traffici commerciali e turistici, l'aumento del traffico aveva, di fatto, superato ogni previsione. Difatti, il tratto centrale della tangenziale di Mestre, aperto nel 1972 e progettato per sopportare il passaggio di 55.000 veicoli al giorno, nei primi anni 2000 ha visto transitare circa 150.000 veicoli al giorno, con punte di 170.000. I continui intasamenti, con ripercussioni sulla viabilità urbana e l'aumento dell'inquinamento atmosferico, ha condotto, in attesa della costruzione del Passante di Mestre, alla realizzazione della terza corsia dinamica (sistema T3) nel tratto barriera Venezia Mestre interconnessione

autostrada A27. La sola T3, nei primi tre anni di funzionamento ha diminuito gli intasamenti, aumentando del 30,35% la velocità di movimento dei veicoli, ha ridotto del 70% il tasso di incidentalità, rendendo inoltre possibile anche la costruzione di opere di mitigazione acustica e di bonifica ambientale. Egualmente, l'uso della corsia dinamica sulla A12 (tratto S. Stefano Magra – Viareggio), da realizzare mediante l'adeguamento dell'attuale corsia di emergenza, permetterà lo smaltimento del traffico in caso di incidenti o di congestione veicolare nelle altre due corsie.

Sulla autostrada A22 (Autostrada del Brennero), dal 1990 ad oggi, il traffico totale relativo ai veicoli teorici ha subito un aumento pari all'84,63%. Tale incremento ha comportato un abbassamento dei livelli di servizio del traffico per superamento della capacità limite di smaltimento, soprattutto in presenza di picchi di criticità durante i quali si superano i 3.000 veicoli all'ora, (circa 40.000 unità al giorno). In questo caso dunque, l'impiego dinamico della corsia di emergenza con funzione di terza corsia di transito, costituisce la soluzione più appropriata ad adeguare l'infrastruttura alle punte di traffico ed alla riduzione dei fenomeni di congestione. Si prevede che sulla A22, la terza corsia dinamica permetterà un aumento della capacità veicolare pari a circa 4.000-4.200 veic/h.

[2] L'Autostrada del Brennero, dal 2007, partecipa al Progetto Coopers, che si occupa di sviluppare un sistema telematico in grado di informare gli utenti in tempo reale riguardo eventuali pericoli sull'autostrada (incidenti, code, contromano, ghiaccio, cantieri, ecc). Il progetto prevede, tra l'altro, la sperimentazione in sito del sistema sviluppato per trasmettere i messaggi all'interno dei veicoli.

La trasmissione dei messaggi avverrà tramite trasmettitori a infrarossi (IR) montati su portali a cavalletto; sopra ogni corsia della carreggiata verrà montato un trasmettitore IR, perciò su ogni portale della tratta di prova saranno presenti 3 trasmettitori. I trasmettitori verranno gestiti da un piccolo PC (denominato RSU/RoadSideUnit) installato negli armadi o volumi tecnici nei pressi dei portali; queste RSU saranno a loro volta collegate col CAU (Centrale Operativa dell'A22), tramite la rete dati della Società.

All'interno del CAU viene installato un server dedicato, denominato CCC (Centro di Controllo Coopers), il quale - utilizzando i dati traffico/meteo/video a disposizione del CAU - genera i messaggi e li inoltra alle RSU, da dove verranno trasmesse nelle vetture tramite i trasmettitori infrarossi.

Un ricevitore (simile ai "navigatori" comunemente usati), montato sul cruscotto dei veicoli, riceverà i messaggi Coopers e li visualizzerà al guidatore. Per la comunicazione tra il CCC e le RSU verrà usato un protocollo XML (TPEG-ML, basato sul protocollo standardizzato TPEG). La RSU trasforma il messaggio TPEG-ML nel formato binario TPEG-RTM utilizzato per la trasmissione via infrarossi.

In figura2 viene raffigurata la topologia della tratta di prova e l'ubicazione dell'infrastruttura (portali, PMV, trasmettitori IR, sensori traffico, sensori meteo, telecamere).

Considerando che il sistema Coopers può accedere a tutti i sensori a disposizione della Centrale Operativa, nel momento in cui il sistema AID rileva un veicolo fermo sulla carreggiata, si genera automaticamente anche un messaggio Coopers che verrà visualizzato sul dispositivo installato sul cruscotto dei veicoli. Coopers è un sistema capace di "interfacciare" i veicoli e l'infrastruttura autostradale (il CAU e le macchine possono interagire e scambiarsi dati a vicenda). Questo consente di utilizzare le macchine come "sensori mobili" (fornendo al CAU un'ulteriore fonte di informazione), e rende possibile l'erogazione di servizi co-operativi, come per esempio le applicazioni di pedaggi dinamici, il calcolo di tempi di percorrenza, o funzioni di navigazione personalizzate (per esempio specifici per camion). Il sistema Coopers permetterà di fornire informazioni più dettagliate e in maniera più tempestiva agli utenti (paragonato ai sistemi tradizionali come PMV, RDS, TMC, radio, ecc); i messaggi potranno essere personalizzati (nella lingua dell'utente), e la "consegna" del messaggio all'utente potrà essere garantita. L'Autostrada del Brennero confida nel fatto che a questo miglioramento dell'informazione all'utenza corrisponda un importante aumento della sicurezza. Se in futuro il sistema Coopers raggiungerà una diffusione sufficiente, potrebbe ridurre il numero di PMV necessario sulle autostrade.

[3] L'uso saltuario della corsia di emergenza per la marcia comporta la necessità di verificare l'assenza di veicoli in sosta prima dell'apertura al traffico. A tale scopo il tratto viene coperto da videocamere per mezzo delle quali si ha una visione dell'intero percorso d'interesse. Su ogni portale è stata prevista l'ubicazione di due telecamere contrapposte zoomabili e durante le fasi di attivazione e disattivazione della corsia dinamica il sottosistema di monitoraggio a circuito chiuso permetterà l'attivazione di una procedura di "spazzolamento



video" dell'infrastruttura per controllare lo stato di fatto delle carreggiate. Tali sensori di traffico individueranno il flusso di traffico ed altri elementi caratteristici dello stesso, che forniranno all'operatore preposto al Centro di Controllo dei dati che, opportunamente elaborati, consentiranno di prendere decisioni sull'opportunità o meno di aprire/chiusure la corsia dinamica.

Al fine di regolamentare in maniera efficace i vari interventi di attivazione della corsia dinamica, è sufficiente ubicare una sezione di spire interessante le tre corsie ogni 5 km. Risulta chiaro che al fine di poter tarare in maniera efficace e tempestiva l'intervento sarà necessario in futuro incrementare il numero di spire di rilevamento già ubicate sull'arteria anche al di fuori dei tratti di attivazione della corsia dinamica per poter monitorare le variazioni di flusso e quindi prevedere tempi di attivazione e di disattivazione. Inoltre, si provvederà a installare sui portali dei sensori non intrusivi di tipo "radar overhead", sempre al fine di rilevare il traffico in tempo reale. Tali sensori troveranno collocazione sopra ad ogni corsia (sorpasse, marcia ed emergenza).

Prima di procedere ai passi preliminari dell'apertura della corsia dinamica, una pattuglia della Polizia Stradale verifica le condizioni generali del traffico per un'eventuale apertura. Successivamente viene esposta la segnaletica "standard" (codice blu) sui PMV di tipo A. L'apertura viene preceduta da una fase di armonizzazione delle velocità e/o di preavviso (codice arancione e turchese). Nel momento in cui il flusso veicolare è considerato stabile si procede all'apertura della corsia d'emergenza (codice verde). In ogni momento è possibile attuare una riduzione o chiusura della corsia dinamica programmata o improvvisa (codice giallo). Nel momento in cui il flusso veicolare è considerato stabile, si ritorna alla segnaletica "standard" (codice blu) sui PMV di tipo A. I pannelli intermedi sono spenti, salvo quelli usati per la diffusione di informazioni non afferenti la gestione della corsia dinamica. Tutte le transizioni di stato della corsia dinamica vengono precedute o accompagnate da un monitoraggio video.

Per assicurare informazioni utili e tempestive, l'Autobrennero ha rinnovato il proprio portale internet ([www.a22.it](http://www.a22.it)), dove si possono visionare le previsioni di traffico per ciascun giorno dell'anno elaborate su dati statistici, sia le previsioni meteorologiche, che le dirette sul traffico grazie alla rete di telecamere installate lungo il tracciato. Entro l'estate per tutti i telefoni Apple iPhone e iPad sarà disponibile un'applicazione con cui si potrà essere informati in modo automatico e gratuito dell'evoluzione del traffico lungo il tracciato in relazione alla propria posizione. Inoltre, presso ogni stazione di servizio (la società vanta strutture tra le migliori in Italia, specie quelle già ristrutturare) sarà attivata una connessione WiFi dove ci si può collegare gratuitamente per avere tutte le informazioni sul traffico e sul territorio attraversato. Informazioni anche sulla pagina 648 del televideo nazionale della Rai e sulla frequenza 102.5 di Rtl e 103.3 di Isoradio.

The increase of the Italian fleet of vehicles, and the rise of road transport, are reflected proportionally on the worsening traffic congestion, increasing road accidents and pollution emissions into the atmosphere. Where the growth of road transport exceeds the capacity of existing infrastructure the negative implications on the safety and the environment are obvious.

In the development of ITS technologies (Intelligent Transport System), the creation of dynamic third lane is a standard of excellence for the smooth flow of traffic and to optimize the service highway artery in times of maximum congestion. As pointed out by UNECE (United Nations Economic Commission for Europe) in its most recent studies on the subject, "Intelligent Transport Systems can help to reduce travel by smoothing traffic flow and uncertainty therefore reducing fluctuations in travel times. ITC Can Also Provide improved real-time and predictive information That allows travelers to plan trips in to more effective way".

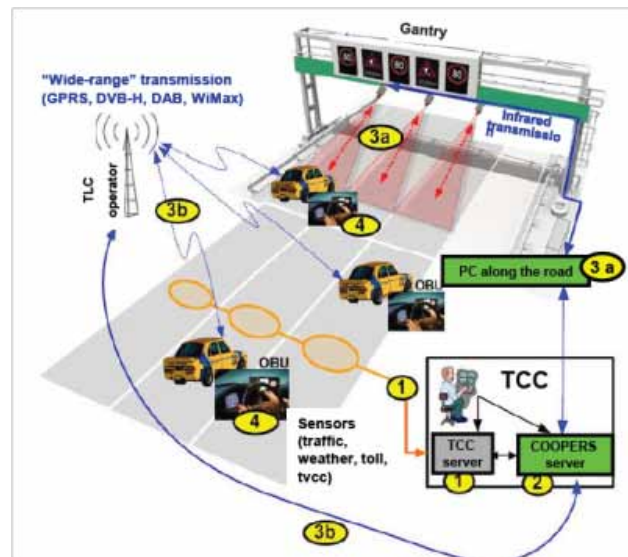


Figura 1 - Rappresentazione sintetica della comunicazione tra il Centro di Controllo Coopers, le RSU, i trasmettitori e i veicoli

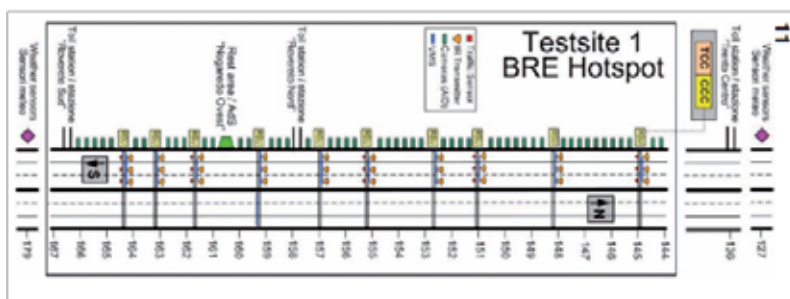


Figura 2 - Rappresentazione della Topologia della tratta di prova e dell'ubicazione dell'infrastruttura



Figura 3 -Sensori "Radar Overhead"

Very common on German motorways, Poland and the Netherlands, the dynamic lane involves the use of the right-hand lane of the carriageway of the motorway as a regular traffic lane or as an emergency lane, as needed, or the amount of traffic. Currently, in Italy, the dynamic lane is in operation in two road networks: the Mestre-A57 bypass since 2003, and since 2008, on the A14, Bologna node. In both cases, the features prior to two traffic lanes more emergency lane in each direction, results were inadequate to support the amount of traffic. Just the inability to widen the roadways has resulted in the construction of dynamic lane, made in relation to the width of the roadway, on the basis of the exemptions provided by the Highway Code. In the case of the A57, with the opening to the east of the commercial and tourist traffic, the traffic increase was, in fact, exceeded all expectations. In fact, the center section of the Mestre bypass, opened in 1972 and designed to withstand the passage of 55,000 vehicles a day, in early 2000 has seen passing about 150,000 vehicles a day, with peaks of 170,000. The continued obstruction, with repercussions on urban roads and increased air pollution, has led, pending the construction of the Mestre, the construction of the third dynamic lane system (T3) in the reef tract Venezia Mestre interconnection with A27. The only T3, in the first three years of operation has reduced jams, increasing by 30.35% the speed of movement of vehicles has reduced by 70% the rate of accidents, also making possible the construction of noise mitigation works and environmental remediation. Also, the use of dynamic lane on the A12 (S. Stefano Magra tract - Viareggio), implemented through the adjustment of the emergency lane, allow the disposal of traffic accidents or congestion in the other two vehicular lanes. On highway A22 (Brenner Motorway), since 1990, the total traffic on the theoretical vehicles has risen at 84, 63%. This increase has resulted in a lowering of service levels for traffic exceeding the capacity limit of disposal, especially in the presence of critical peaks during which over 3,000 vehicles per hour (about 40,000 units per day). In this case, therefore, the dynamic use of the emergency lane with third lane transit function, the resolution is more appropriate to adapt the infrastructure to traffic peaks and reducing congestion. It is expected that the A22, the third dynamic lane allow an increase in vehicular capacity of approximately 4000-4200 veh / h. [2] The Brenner Motorway, since 2007, participates in the Project Coopers, which deals with developing a computerized system able to inform users about possible dangers in real time on the highway (accidents, traffic jams, against traffic, ice, yards, etc.). The project includes, among other things, on-site testing of the developed system to send messages in their vehicles. The message transmission will be through infrared transmitter (IR) mounted on a tripod portals; above each lane of the roadway will be fitted with an IR transmitter, so each portal of the evidence is there will be three transmitters. The transmitters will be managed by a small PC (called MSW / RoadSideUnit) installed in closets or technical volumes near the portals, these RSUs will in turn connected with the CAU (dell'A22 Operations Centre), through the data network of the Company. CAU is installed inside of a dedicated server, called CCC (Central Control Coopers), which - using the data traffic / weather / video available to the CAU - generates messages and forwards them to the RSU, which will be transmitted in vehicles via infrared

transmitters. A receiver (similar to the "navigators" commonly used), mounted on the dashboard of the vehicle, Coopers and receive messages and display them to the driver. For communication between the CCC and the RSU will use a XML protocol (TPEG-ML, based on standardized protocol TPEG). The RSU converts the message into binary TPEG-ML TPEG-RTM used for transmission via infrared.

Is shown in figure2 is the topology of the trial and the location of infrastructure (portals, PMV, IR transmitters, sensors, traffic, weather sensors, cameras).

Whereas the system Coopers can access all the sensors available to the Operations Centre, when the system detects AID a stationary vehicle on the carriageway, are also automatically generates a message Coopers that will be displayed on the device installed on the dashboard of the vehicle. Coopers is a system capable of "interface" vehicles and highway infrastructure (the CAU and machines can interact and exchange data with each other). This permits use of the machines as "mobile sensors" (CAU providing a further source of information), and enables the delivery of co-operating services, such as applications of dynamic tools, the calculation of journey times, or personalized navigation features (eg. specific for trucks). The Coopers will provide more detailed and more timely users (compared to traditional systems such as VMS, RDS, TMC, radio, etc.), messages can be customized (in native language), and "delivery" the message you will be guaranteed. The Brenner Motorway confident that this improved information to users corresponds to a significant increase in safety.

If in future the system will reach a sufficient number Coopers, could reduce the number of PMV need on the highways.

[3] The occasional use of the emergency lane for the journey involves the need to verify the absence of parked vehicles before opening to traffic. For this purpose, the stroke is covered by cameras by means of which it has a vision of the entire path of interest. At each portal has been foreseen the location of two opposite cameras zoomable and during activation and deactivation of the dynamic lane the monitoring subsystem closed circuit will allow the activation of a procedure for "brushing video" of the infrastructure to control the state of affairs of the roadway. These traffic sensors will detect the flow of traffic and other characteristics of the same operator who will provide charge to the Control Centre of the data, properly processed, will make decisions on whether to open / close the dynamic lane.

In order to regulate effectively the various interventions of activation of dynamic lane, it is sufficient to locate a section of the three coils interesting lanes every 5 km. It is clear that in order to calibrate in an effective and timely intervention in the future will be necessary to increase the number of turns of detection already located on the artery even outside of the lines of activation of the dynamic lane in order to monitor the flow variations and then provide for times of activation and deactivation. Furthermore, it will install on the portals of the non-intrusive sensors of the type "radar overhead", always in order to detect the real-time traffic. These sensors will place above each lane (overtaking, driving and emergency).

Before proceeding with the preliminary steps of the opening of the dynamic lane, a traffic police patrol checks the traffic conditions for a possible opening. It is

then exposed the signs "standard" (code blue) on the PMV type A. The opening is preceded by a phase of harmonization of speed and / or notice (code orange and turquoise). At the moment when the vehicle flow is considered stable we proceed to the opening of the emergency lane (code green). At any time you can implement a dynamic lane reduction or closure of the planned or sudden (code yellow). At the moment when the vehicle flow is considered stable, one returns to the signs "standard" (code blue) on the PMV of type A. The intermediate panels are off, except those used for the dissemination of information not related to the management of dynamic lane. All state transitions of the dynamic lane are preceded or accompanied by a video monitoring.

To ensure timely and useful information, Autobrennero has renewed its Internet portal ([www.a22.it](http://www.a22.it)), where you can view the traffic forecasts for each day of the year compiled statistical information, and weather forecasting, the direct traffic through the network of cameras installed along the route. By this summer for all phones Apple iPhone and iPad will have an application with which you will be informed automatically and free about the traffic and transport news along the path in relation to your position. In addition, at each station will be activated a WiFi connection where you can connect for free to get all the information on traffic and surrounding territory. Information also on page 648 of Teletext National Rai and frequency of 102.5 and 103.3 RTL Isoradio.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] L'utilizzo della corsia dinamica: innovazione e potenzialità per la fluidificazione del traffico e per la riduzione dell'inquinamento. La best practice della autostrada A14. - Riccardo Rigacci (Autostrade per l'Italia), Bianca Maria Cecchini (Cisa Engineering).  
 [2] Sistemi cooperativi in A22: dal PGT al progetto Coopers - Paolo Duiella Presidente di Autostrada del Brennero SpA; Carlo Costa, Ingegnere Direttore Tecnico Autostrada del Brennero SpA; Ilaria De Biasi, Direzione Tecnica Autostrada del Brennero SpA.  
 [3] Nuove tecnologie e PMV per la corsia dinamica dell'A22 - Carlo Costa ingegnere direttore tecnico Autostrada del Brennero SpA.

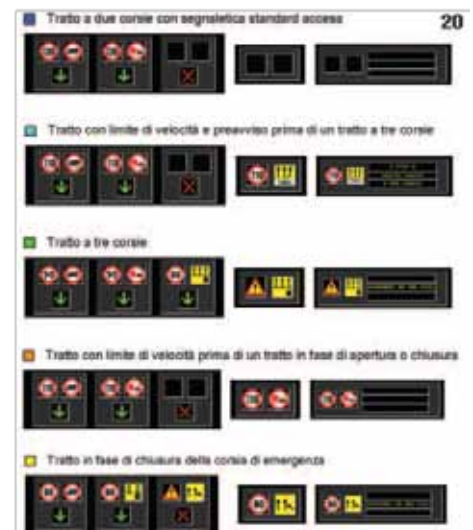


Figura 4 - Schema di attivazione-disattivazione della corsia dinamica tramite PMV





fig. 1 - a) Vista del "Palazzone": stato di fatto

# Sostenibilità e recupero edilizio: criticità dell'approccio al costruito

**sustainability and building recovery:  
critical issues approaching existing structures**

GIOVANNA VELLA

L'aumento dell'inquinamento, la crescita della temperatura e lo sfrenato consumo di risorse naturali non rinnovabili rappresentano una delle questioni più critiche dei nostri tempi, nonostante ciò "sostenibilità" è un termine, quasi abusato, spesso utilizzato culturalmente con significati ancor oggi poco chiari, che spaziano tra differenti interpretazioni. Una connotazione più concreta si riscontra però quando si affronta il tema della sostenibilità in relazione ad ambiti specifici. In edilizia le fasi che caratterizzano il processo implicano, ad esempio, un flusso di risorse in ingresso ed in uscita che vanno valutate in ragione del tipo di intervento realizzato. Risulta così chiaro quello che l'approccio sostenibile propone all'ambito edilizio: un equilibrio delle risorse coinvolte nell'intervento ed utili alla valutazione dell'impatto sul sistema ambientale in cui si attesta, a partire dai costi di realizzazione sino ai costi di eventuale dismissione del manufatto. In quest'ottica una visione sostenibile del processo edilizio non può certamente prescindere da quanto già costruito, deve al contrario confrontarsi con le problematiche specifiche che l'intervento sulle preesistenze comporta. L'intervento di recupero pone infatti la necessità di confrontarsi con manufatti già esistenti, talvolta caratterizzati da rilevanza storica, architettonica, materica nonché tecnologica. Paradossalmente il più "sostenibile" degli interventi si configura come il più complesso, inserendosi appieno nella dibattuta dialettica tradizione-innovazione; ormai da tempo fulcro delle riflessioni e degli interventi inerenti il recupero ed il riuso.

La rinnovata attenzione con cui ad oggi si guarda al connubio "recupero-sostenibilità", merita quindi alcune riflessioni che consentano di inquadrare il percorso che ha portato alla consapevolezza attuale. Nel caso degli edifici esistenti subentrano un ampio numero di parametri, parametri che devono essere valutati per poter definire con completezza la maggiore o minore

sostenibilità di un materiale o di una tecnica di recupero, includendo la compatibilità con le tecniche costruttive ed i materiali esistenti. Centrale in questo senso risulta la possibilità di effettuare interventi, per quanto possibile, reversibili ed in grado di garantire flessibilità tanto nella destinazione d'uso che nelle soluzioni tecnologiche. In ogni caso va sottolineato, ed è questa la direzione verso cui ci si è mossi, che per la sua natura intrinseca l'intervento di recupero - tanto quanto quello di restauro - non può cristallizzarsi in un casellario di relazioni, imperniato sulla corrispondenza biunivoca requisito-credito, che spesso caratterizza le normative di riferimento.

Come testimoniano alcuni interventi condotti su preesistenze caratterizzate da valenza tipologica o storica, il recupero di un manufatto, ancor più se orientato ai principi della sostenibilità, mantiene la prerogativa di dover essere trattato come unicum. Il processo, strutturato secondo le diverse fasi che si succedono progressivamente - dall'analisi storico-critica all'intervento, passando per il cosiddetto "cantiere della conoscenza" - conserva difatti intatte le sue peculiarità. Questo è quanto emerge affrontando diversi casi studio; l'intervento deve risultare flessibile e capace di reinterpretare la tradizione. La tradizione diviene un elemento di confronto, non solamente in relazione all'impiego di soluzioni e materiali che tengano conto del concetto di "locale"; ma proprio nell'ottica di un prolungamento della vita utile del manufatto occorre confrontarsi con la destinazione d'uso, che deve trovare un radicamento effettivo al territorio per garantire la fruibilità e quindi la sopravvivenza del manufatto stesso. Non è un caso infatti che il tema dell'edilizia residenziale pubblica risulti particolarmente dibattuto e studiato quando si tratta di progettazione sostenibile, ed è proprio nell'ambito di questa tipologia che si sviluppa in via preferenziale l'approccio sostenibile al preesistente. Il concetto che gli spazi destinati ad ospitare gran parte delle



future residenze siano in buona misura già costruiti è stato ormai recepito culturalmente. L'involucro edilizio, che pure inizialmente si era posto quale interlocutore preferenziale, è tornato ad essere uno dei tanti elementi su cui intervenire, lasciando campo anche alla riorganizzazione degli spazi interni degli insediamenti, pensati sulla base delle nuove esigenze, alla programmazione della viabilità, alla gestione e alla fruibilità, nonché al bilancio di tutto il sistema insediativo. Questi, quindi, i criteri con i quali si è intervenuti nell'ambito dell'edilizia residenziale; e lo si evince dalla disamina dei numerosi interventi susseguiti in Europa negli ultimi anni<sup>2</sup>. Anche a livello nazionale sono stati recepiti tali principi; tra i casi interessanti si ricorda il progetto di Sant'Eusebio, quartiere residenziale situato nella periferia nord della città di Cinisello Balsamo, cresciuto a partire dagli anni '60 in fretta e disordinatamente attorno alla forte richiesta di manodopera delle vicine fabbriche (Falk, Marelli, Breda) e caratterizzato da due consistenti interventi di edilizia residenziale pubblica, detti "il Palazzone" (edificio a corte, con 288 alloggi, distribuiti su 15 scale e otto piani su pilotis - fig. 1a) e "le 5 torri", realizzati negli anni '70. Obiettivo dell'intervento<sup>3</sup> è migliorare le condizioni abitative affrontando in maniera integrata le diverse dimensioni dell'abitare con una redistribuzione della superficie degli alloggi, la realizzazione di spazi mediazione esterno-interno, nuovi servizi comuni, alloggi sperimentali (destinati al telelavoro), torri "tecnologiche" per l'adeguamento impiantistico. Certamente segnato dall'impronta della sostenibilità intesa e declinata nel suo carattere sociale il progetto si distingue per i suoi "alloggi sperimentali" che prevedono la realizzazione di duplex, con un fronte interamente vetrato, in cui attestare delle serre di accumulo di calore a doppia altezza; gli ambienti ampi e luminosi sono destinati a spazi-ufficio o spazi per il telelavoro (fig. 1b), realizzati nell'ottica della sperimentazione, appunto, di nuovi stili di vita.

Più spinto verso la sperimentazione nel settore della qualità ecosistemica, perseguita utilizzando materiali naturali, traspiranti; applicando bioclimatica e risparmio energetico (in particolare il risparmio della risorsa acqua piovana che viene filtrata e riutilizzata per il reintegro degli sciacquoni, l'irrigazione e il lavaggio delle parti comuni) è il Contratto di Quartiere Savonarola a Padova (fig. 2a). Gli obiettivi perseguiti spaziano dalla riduzione delle emissioni alla contrazione dei consumi; in fase di progettazione ampio spazio è stato dedicato alla circolazione dei flussi d'aria (fig. 2b), con notevoli vantaggi soprattutto nei periodi di surriscaldamento estivo.

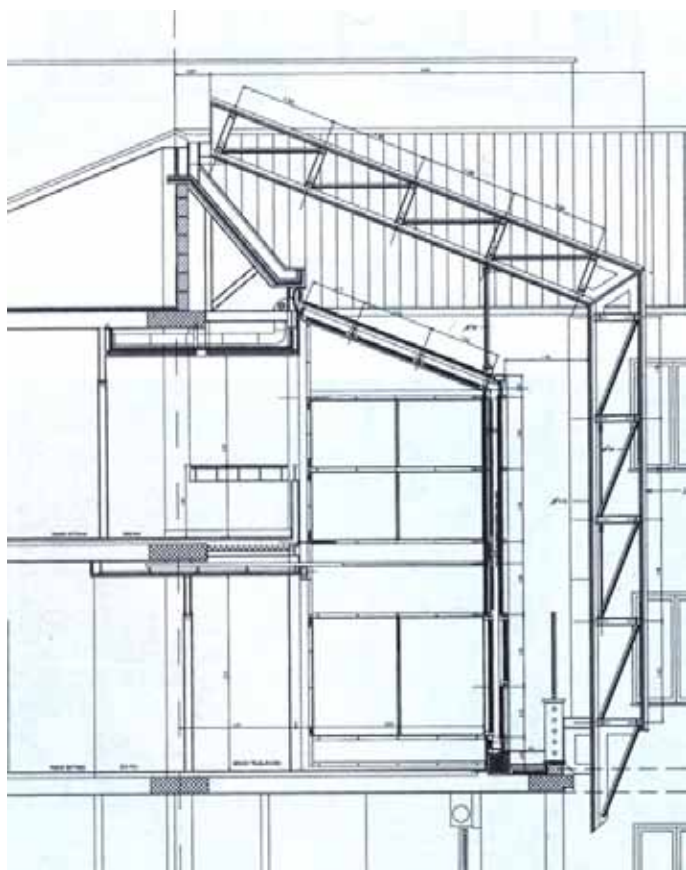
L'edilizia residenziale si declina quindi con maggiore flessibilità verso le tematiche del recupero sostenibile, cui riesce ad avvicinarsi maggiormente sia in ragione della destinazione d'uso, che pur rimanendo immutata necessità di rinnovamento in termini prestazionali e qualitativi, sia in ragione delle caratteristiche tipologico-costruttive che meglio si prestano all'innesto di elementi ex novo ed alle strategie bioclimatiche.

Un interessante spunto di riflessione in tal senso va riservato ad una particolare tipologia abitativa, per la quale si è registrato un notevole incremento negli ultimi anni: le residenze per studenti universitari. Questo dato interessa in particolare l'Italia, in ragione di una politica nazionale volta

ad incrementare l'offerta di alloggi con l'intento di avvicinarsi agli standard europei. Tale diffusione è dovuta alla crescita della popolazione universitaria, sia per la rinnovata accessibilità agli studi universitari, sia per la proliferazione localistica delle sedi stesse, connessa all'ampliamento dell'offerta formativa. Una nuova spinta realizzativa - figlia anche del sistema di formazione fondato sui crediti formativi, e quindi sulla frequenza continuativa ed attiva degli studenti - ha quindi reso le residenze universitarie un interessante campo di sperimentazione progettuale, segnato da notevole carica innovativa, sia per quanto riguarda le nuove forme dell'abitare sia relativamente al riuso di manufatti esistenti. Anche la normativa italiana, precisamente la Legge 14 novembre 2000 n. 338, si confronta con le problematiche della sostenibilità in termini di "massima manutenibilità, durabilità e sostituibilità dei materiali e componenti, in un'ottica di ottimizzazione del costo globale dell'intervento". La tematica si colloca appieno nelle dinamiche di sviluppo che caratterizzano il territorio ennese, segnato dalla continua crescita dell'Università di Enna, giovane polo al centro della Sicilia orientato alla formazione di studenti, spesso provenienti da altre città e paesi. La necessità di accogliere un numero, tendenzialmente in aumento, di studenti fuori sede pone quindi delle questioni sulle modalità di ricezione ed integrazione socioculturale da riservare ai ragazzi. Gli interrogativi vertono su variegati aspetti, dall'opportunità di saturare quegli spazi liberi che ancora caratterizzano città costruita, con i conseguenti tempi di realizzazione, sino ad ipotesi volte a rafforzare il rapporto tra il polo Universitario e la città alta, tutt'ora preferita da alcuni studenti come residenza. Posta in questi termini la questione, in accordo con quanto illustrato sinora, sposa le ragioni del recupero edilizio, anche in relazione alle numerose risorse che caratterizzano il territorio ennese, ricco di fabbricati di interesse culturale non ancora sufficientemente valorizzati, in netta contrapposizione con l'ulteriore aumento di flussi turistici recentemente determinato dal rientro in sede della venera di Morgantina<sup>4</sup>. Questo dato interessa anche alcune fabbriche la cui distribuzione orientata sul territorio costituisce proprio un valore aggiunto, sia in termini di potenziale fruizione che di "risorsa" energetica. Si tratta di quei manufatti (magazzini, rimesse, residenze) costruiti a supporto del tracciato ferroviario di fine Ottocento, ricalcato sostanzialmente sulle vie dello zolfo, tutt'oggi in attesa di un organico programma di riuso. In particolare si sta studiando un complesso edilizio abbandonato, appartenente all'Ottocentesca stazione ferroviaria di Enna<sup>5</sup> ed originariamente occupato da alloggi e strutture per il personale, valutando la possibilità di convertirlo in residenza universitaria sia per la collocazione strategica, a pochi chilometri dall'università, a metà strada tra il centro abitato di Enna bassa e la città storica, che per il collegamento con i paesi vicini attraverso la vicina stazione, con discreta probabilità inclusa nel programma dell'alta velocità. L'intervento asseconderebbe, ricucendola, la storica bipolarità che vede contrapporsi l'antica città alta alla giovane, ed in espansione, città bassa, tra le quali il complesso si colloca. Il complesso ferroviario della stazione di Enna è caratterizzato dalla presenza di parecchi manufatti, variegati per tipologia, destinazione e stato di conservazione (fig.3). Oltre ai fabbricati espressamente dedicati alla tratta ferroviaria - magazzino merci, rimessa locomotive e casa cantoniera - si rileva la presenza di tre edifici interamente dedicati al personale di stazione.

Dalla disamina dei piani di stazione rintracciati, collocabili lungo un arco di tempo che va dai primi decenni del 1900 al 1953 si rileva che, al contrario dei fabbricati realizzati a stretto servizio del tracciato, gli edifici, disposti lungo la via della stazione, hanno mantenuto inalterato il loro assetto planimetrico ad eccezione di trascurabili volumi realizzati per l'alloggiamento di impianti. Gli edifici sono tutti realizzati in muratura portante di conci squadri e cantonali realizzati con mattoni pieni in laterizio, con spessori che si attestano intorno ai 60 cm; i solai sono in ferro e tabelle, ma non è stato possibile sinora rilevare se in luogo dei ferri ad "I" siano state utilizzate rotaje vignole, come era consuetudine<sup>6</sup> nell'edilizia ferroviaria dell'epoca. In copertura si ripropongono le soluzioni adottate per i fabbricati viaggiatori di classi medio-piccole (fermata, stazione di terza e seconda classe): chiusure a padiglione, realizzate con semplice orditura di travi lignee, tavolato e manto di tegole marsigliesi; gli edifici sono caratterizzati da sottotetto non praticabile, che isola la copertura a falda. Il complesso edilizio potrebbe comprendere delle funzioni destinate ad uso esclusivo del polo universitario e dei manufatti a vocazione mista (fig. 4), a servizio delle residenze e della stazione. Focalizzandosi sugli edifici a carattere residenziale si individuano due possibili tipologie: mini-alloggi ed albergo. L'edificio destinato alla prima tipologia si sviluppa su tre elevazioni fuori terra e è in grado di soddisfare la richiesta di 30 studenti, distribuiti in 5 unità per alloggio; il blocco destinato invece alla tipologia albergo potrebbe ospitare 6 studenti/forestieri per piano - prevedendo due camere doppie e due singole su ciascun livello - per un totale di 18 posti letto. Già una prima analisi semplificata<sup>7</sup>, condotta in via qualitativa sull'edificio per alloggi, tenendo conto della zona climatica, dell'esposizione e della tipologia costruttiva, dimostra che i margini di miglioramento in termini di prestazioni energetiche sono molto ampi (fig. 5). Tali miglioramenti sono stati stimati ipotizzando interventi di iperisolamento delle chiusure perimetrali verticali, delle chiusure superiori e di sostituzione degli infissi, senza entrare nel merito di possibili azioni volte ad intervenire sull'approvvigionamento tramite fonti energetiche rinnovabili, che ben si prestano con il vicino impianto di stazione<sup>8</sup>.

Questo testimonia che sebbene sia ancora complesso dibattere sul "recupero sostenibile" i tempi sono maturi per affrontare consapevolmente il costruito, riguardando a tutta una serie di manufatti in stato di abbandono come



fi.1 b) Alloggi sperimentali: doppio involucro con intercapedine areata

risorse non valorizzate. Questa riflessione assume rinnovato valore se contestualizzata in territori come quello siciliano, che più di altri paga oggi il prezzo di politiche economiche storicamente poco limpide, in termini di manufatti ed aree dismesse, che si estendono lungo un ampio fronte territoriale e temporale. Questo patrimonio edilizio si configura come potenziale risorsa da preservare - pensando ai materiali e alle energie occorse alla sua realizzazione; come potenziale fonte di risparmio di risorse naturali - se se ne considera l' utilizzo in luogo di ulteriori processi di urbanizzazione e costruzione; ed infine come potenziale strumento di produzione e ottimizzazione delle risorse naturali - se si valuta la distribuzione dei manufatti in rete sul territorio e, più spesso, nell'entroterra siciliano.

The increase in pollution, the temperature growth and the rampant consumption of non-renewable natural resources are one of the most critical issues of our times. Nevertheless, "sustainability" is a term most abused, often employed with still unclear meanings, ranging from different interpretations. A more concrete connotation is found, however, when facing the sustainability matter in relation to specific areas. In the building sector, the phases characterizing the process involve, e.g., an input and output flow of resources that should be evaluated on the basis of the type of intervention realized. It is thus clear what the sustainable approach proposes to the construction field: a balance of the resources involved in the intervention and useful to the assessment of the effect to the related environmental system, since the achievement costs until the costs of eventual disposal of the artefact.

From this point of view, a sustainable perspective of the building process cannot be focused regardless of what is yet built, on the contrary it must deal with specific problems implied by the intervention on the pre-existing structures. The recovery poses the need to compete with existing products, often characterized by historical, architectural, material and technological relevance.

Paradoxically, the more "sustainable" intervention reveals to be the most complex, fully entering the debated tradition-innovation dialectic, since a long time fulcrum of considerations and interventions related with recovery and reuse.

Therefore, the renewed attention posed today in the marriage "recovery-sustainability" deserves some considerations that allow to frame the path that led to the current awareness. In the case of existing buildings, a large

number of parameters take over, which must be assessed in order to define with completeness the greater or minor sustainability of a material or a recovery technique, including compatibility with the construction techniques and existing materials. In this sense the core is represented by the ability to make, as far as possible, reversible interventions and capable of ensuring flexibility in both the intended use and the technological solutions. In any case it should be emphasized, and this is the direction we moved towards, that, because of its intrinsic nature, the recovery intervention - as much as the restoration one - cannot rest on a filing of reports, based on the mutual correspondence requirement-credit, which often characterizes the reference regulations.

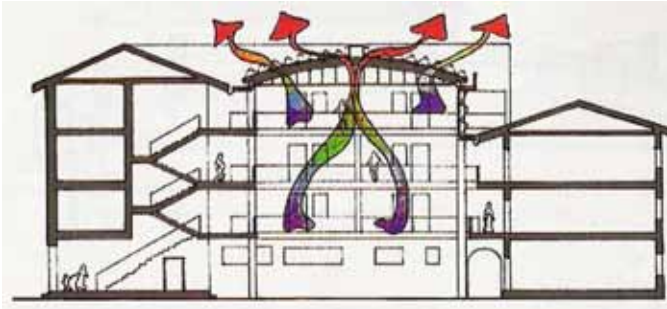
As seen in several operations taken on particular pre-existing buildings, characterized by typological or historical value, the recovery of an artefact, even more if oriented to the principles of sustainability, keeps the prerogative of having to be treated as a unicum. The process, structured by the different phases that gradually happen - from the historical-critical intervention, through the so-called "construction of knowledge" - in facts preserves intact its own peculiarities. This is revealed by addressing several case studies; the intervention must prove flexible and able to reinterpret the tradition. The tradition itself becomes a point of comparison, not only in relation to the use of solutions and materials that take into account the concept of "local"; but precisely with the aim of extending the useful life of the artefact one need to take into consideration the intended use, which must find the actual roots to the region to ensure the usability and therefore the survival of the article. In fact, it is no coincidence that the theme of public housing is particularly debated and studied when it comes to sustainable design, and it is preferentially under this typology that develops the sustainable approach to the pre-existent structures. The notion that spaces intended to host most of the future residences are largely already built has now been culturally understood. The building envelope, although it was initially set up as a preferential partner, has once again become one of the many items on which to operate, leaving the field to the reorganization of interiors of the settlements, designed on the basis of the new requirements, to the planning of roads, management and usability, as well as the stock of the entire settlement system. Therefore, these are the criteria by which it has been operated in the residential construction area; and it can be seen from examination of numerous interventions succeeded in Europe in recent years. On a national level such principles have been acknowledged; among interesting cases it can be recalled the design of Sant'Eusebio, residential



fig. 2 - a) Vista sulla corte interna



fig.2 b) Studi di fluidodinamica



neighbourhood located on the northern outskirts of the city of Cinisello Balsamo, quickly and wildly grown since the 60s because of the strong labour demand from nearby factories (Falk, Marelli, Breda), characterized by two significant interventions of public housing, said "il Palazzone" (the

Big Palace, a courtyard building with 288 apartments, spread over 15 systems of stairs eight floors on pilotis - fig. 1a) and "le 5 torri" (the 5 towers), made in the 70s. The aim of the intervention is to improve housing conditions by addressing in an integrated manner the different dimensions of living with a redistribution of the surface of the apartments, the creation of "go-between outside-inside" spaces, new common services, experimental accommodation (for telecommuting), technological towers for buildings' plant adaptation. This project, marked for sure by the stamp of the sustainability, thought and declined in its social characteristic, stands out for its "experimental apartments" providing for the construction of duplexes, with a fully glazed front, where can be placed double height glass-houses for heat accumulation; large and bright rooms are for office space or room for telecommuting (fig. 1b), made with the point of view of the trial, in fact, of new lifestyles.

The "Contratto di Quartiere Savonarola" (Neighbourhood Contract of Savonarola) in Padova (Padua) (fig. 2a) is more focused on the testing in the field of ecosystem quality, achieved by using natural and transpiring materials, and applying bioclimatic and energy savings, notably the saving in rainwater-resource, filtered and reused for the reinstatement of toilet flushing, irrigation and washing of common spaces. The pursued goals range from the reduction of emissions to the contraction of consumption; at design stage, large space has been devoted to the circulation of air flow (fig. 2b), with significant advantages especially during summer overheating. Housing decline itself with more flexibility towards sustainable reuse and succeeds to approach to this theme both for its use destination, which remaining the same need to be renewed, both for its typological characteristics. These ones are particularly disposed to be conjoint to ex-novo elements and to bioclimatic strategies.

An interesting remark on this typologies effect deals with a particular category, for which there was a significant increase in recent years: halls of residences. This fact interest Italy, because of a national policy to increase the supply of housing with the intention of approaching European standards. This diffusion is due to the growth of the university population, both for the renewed accessibility to higher education, both for the proliferation of local locations, connected to the expansion of educational.

A new motivation, also due to recent system based on credits and on active frequency from students, turns the halls of residence domain into an interesting field of experimental design. The innovative spirit regards both new forms of housing both the reuse of existing buildings. Even the Italian legislation, L. N. 14 November 2000 338, deals with sustainability issues, in terms of "maximum maintainability, durability and interchangeability of components and materials, in order to optimize the overall cost of the intervention." The topic place itself in the full dynamics development that characterize Enna's area, a young growing research hub settled in the middle of Sicily and in the center of the Mediterranean Basin, oriented to train students often coming from other cities and countries. The need to receive an increasing number of students raises questions about how to

receive them and also how to provide the socio-cultural integration which as to be reserved for every students.

The points concern various aspects, by the opportunity to saturate empty spaces still characterizing the city built, facing with construction times, until solution aimed at strengthening the relation between the University and the upper city, still preferred by some students as a residence. From this point of view, according to what stated before, the issue deals with building recovery also in relation to the many resources that characterize the area of Enna, full of buildings of cultural interest. A true heritage not enhanced, in opposition with the further increase in tourist flows determined by the return home of the Venus of Morgantina. That becomes more interesting compare with some buildings whose distribution territory represents an added value, both in terms of potential reuse both as energy "resource". It deals with obsolete railway building stock (storages, locomotive depots, residences) constructed to support the railway tracks of the late nineteenth century. The whole system was based primarily on the streets of sulfur and it's still waiting for an organic reuse program. Specifically is being studied an abandoned housing complex belonging to the Nineteenth-century railway station. This complex was originally used as dorm and support structure for the train crew and lends itself to the new allocation of halls of residence of the "Kore" University. The complex turns out to be a strategic place both for its position, few miles from the University, between the old and the new town, both for its possible links through the nearby station, included the high-speed rail program. This solution would support and repair the historic bipolarity between the ancient high city and the lower young and growing city. The railway station complex is characterized by the presence of several artifacts, variegated by type, destination and condition. In addition to buildings specifically dedicated to the railway - tollbooths and locomotive depots - the complex is characterised by the presence of three buildings destined as dorms and residences for the trains crew.

Examining the station plans tracked, placeable over a period of time stretching from the early decades if the 1900 to 1953, can be shown that, unlike the buildings made in the service of the rail track, the ones arranged along the station road maintained their original planimetric set-up with the exception of negligible volumes made for plants. These buildings are all constituted by squared or cantonal ashlar as bearing masonry, made up with solid bricks whose thickness is around 60 cm; the attics are made of iron and hollow tiles, but it was not possible so far to detect if in place of the reinforcing "I" bars have been used vignole tracks, as customary for the railway buildings of that era. In roof we can find typical solution usually realized in third and second class buildings: hip-roof closures, made with simple framework of wooden beams, partition and surface of Marseilles tiles; buildings are characterized by an inaccessible attic, isolating the pitched roofing. The complex could include the functions intended for the exclusive use of University Centre and mixed propensity artefacts (fig. 4), in service of residences and station. Focusing on residential buildings are detectable two possible types: mini-apartments and a hotel. The building for the first type spread over three floors above ground and is able to meet the demand of 30 students, divided into 5 unit per apartment; instead, the block intended as hotel could accommodate 6 students/foreigners by floor - considering two doubles and two single rooms on each level - to the amount of 18 sleeping accommodations. A first simplified analysis, qualitatively conducted on the accommodation building, taking into account the climatic area, exposure and construction type, already shows that margins for improvement are very large in terms of energy performance (fig. 5).

These improvements were estimated assuming operations of hyper-isolation of the vertical side walls, the top closures and frames replacement, without going into the question of possible actions aiming a supply from renewable sources, which are well suited with the nearby facility station. This shows that, although a debate about "sustainable recovery" is still complex, time is ripe to consciously address the building heritage, revising a range of artefacts that have been abandoned, looking at them as unexploited resources. This observation gains in renewed value when contextualized in territories such as Sicilian, which more than others is now paying the price of ambiguous economic policies with its artefacts and abandoned areas, which

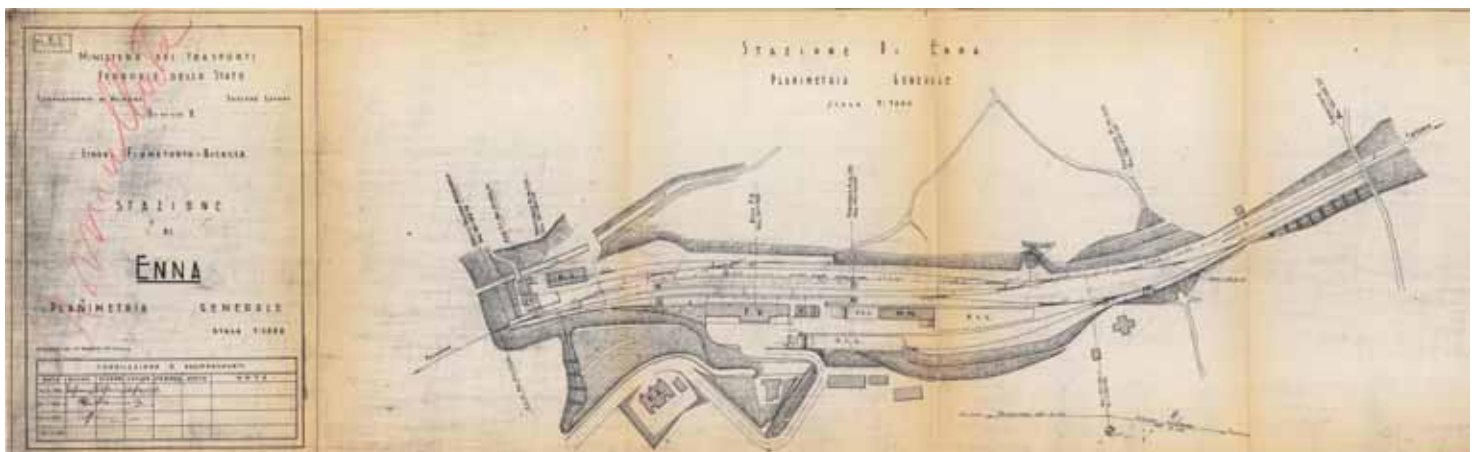


fig. 3 - Piano di Stazione - Enna - 1930 c.a.



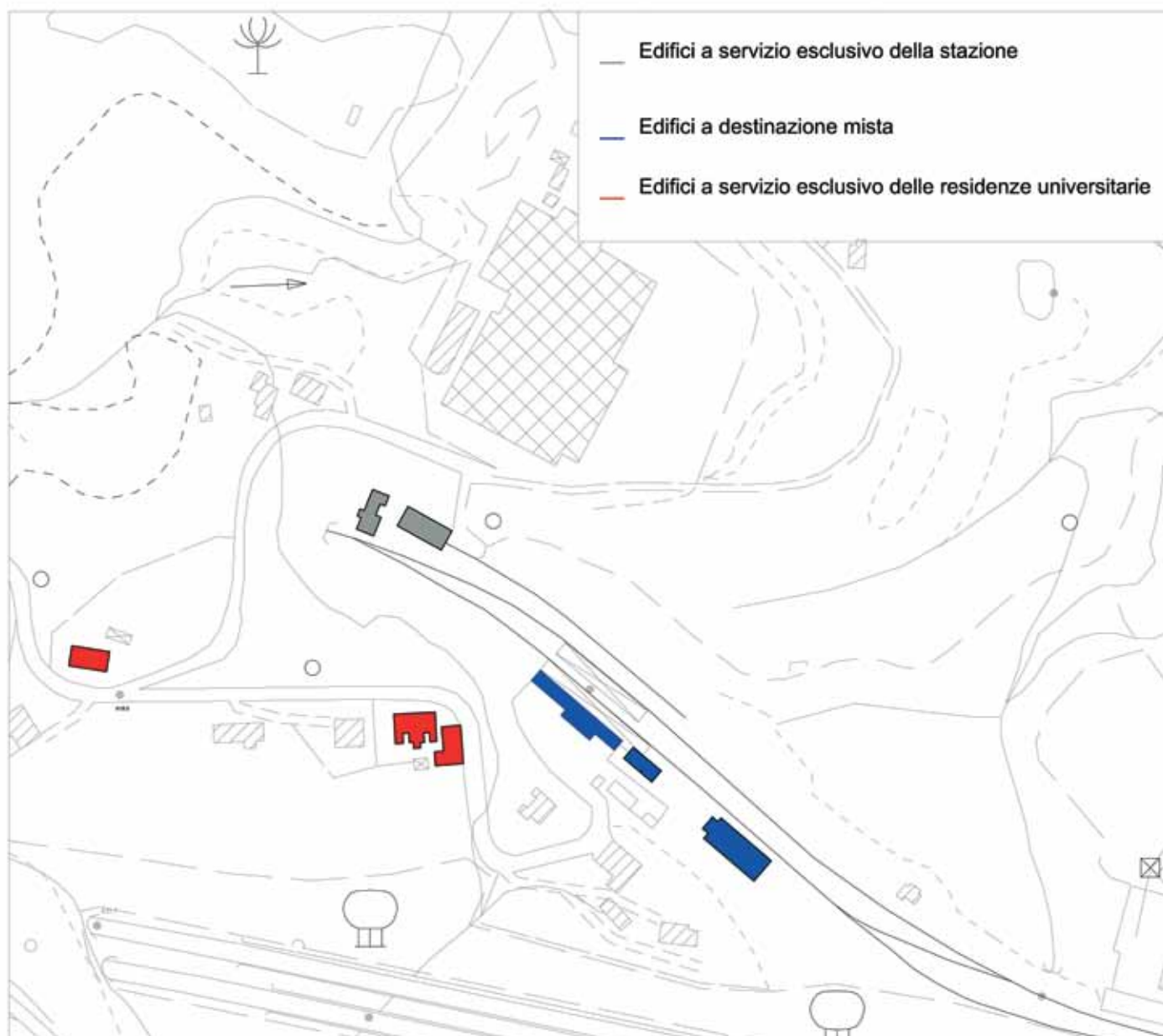


fig. 4 - a) Destinazione degli edifici nel parco ferroviario

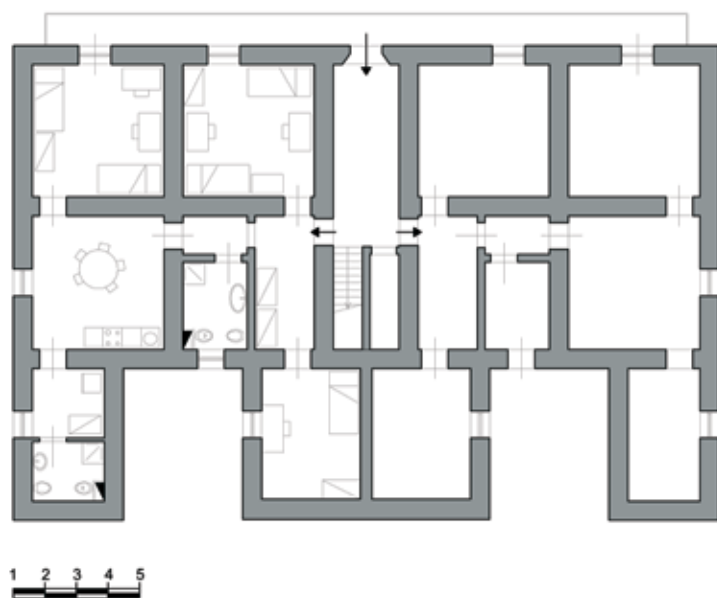


fig. 4 - b) Schema di distribuzione per l'edificio-alloggi

extend along a broad spatial and temporal front. This building heritage assumes the characteristic of a potential resource to be preserved - thinking about materials and energies employed in its realization, as a potential way for saving natural resources - if its use is considered instead of further processes of urbanization and construction; and finally as a potential instrument for production and optimization of natural resources - if the distribution of artefacts in the territory is taken into account, especially in the Sicilian inland.

#### NOTE

1. Il recupero edilizio si può considerare de facto come uno dei processi edilizi a più alta sostenibilità proprio per gli obiettivi posti alla sua base (tutela, conservazione e valorizzazione del patrimonio costruito) in alternativa alla dismissione e all'abbandono.
2. cfr. "Recupero edilizio e sostenibilità", L.E. Malighetti, Collana a cura di G. Turchini, Il Sole 24 Ore, Milano, 2004.
3. Il piano dell'intervento fu attuato attraverso un discusso e, per certi versi controverso, Contratto di Quartiere.
4. La statua della Venere di Morgantina è stata restituita quasi due anni fa dal Getty Museum.
5. Il complesso ferroviario di Enna viene realizzato intorno al 1870, quando la città non era ancora capoluogo di provincia e prendeva il nome di Castrogiovanni.
6. L'utilizzo di rotaje vignole era suggerito espressamente dalla Direzione Tecnica delle Ferrovie Sicule, come attestano le notazioni riportate sulle tavole in dotazione del Regio corpo del Genio Civile.
7. L'analisi è stata condotta utilizzando il software free "casa kyoto".
8. In un'ipotesi di rivalutazione e potenziamento dei flussi di passeggeri della stazione si potrebbero ipotizzare dei sistemi ad hoc (recupero di energia termica tramite scambiatori, energia eolica generata al passaggio dei treni).

# ON THE EFFECT OF SLOTTED BLADES ON SAVONIUS WIND GENERATOR PERFORMANCES BY CFD ANALYSIS

A. ALAIMO - A. MILAZZO - F. TRENTACOSTI - A. ESPOSITO

**Keywords:** Wind generator, Savonius, CFD Analysis, Slotted blades, Wind turbine, Finite Element Analysis.

## Abstract.

In this paper a new bucket configuration for Savonius wind generator is proposed. With the aim to increase the effect of the overlap ratio  $RS$  on the wind turbine performances and to increase the amount of lift force able to produce torque and power, slotted blades are investigated by means of the Computational Fluid Dynamics analysis. The numerical analyses are performed by Comsol Multiphysics® and the results obtained for a Savonius wind turbine with overlap only are compared to numerical and experimental benchmarks. Parametric analyses are performed, for fixed overlap ratio, by varying the slot angle  $\beta$  and the results show that for low angle  $\beta$  the Savonius rotor exploits improved performance at low tip speed ratio  $\lambda$ , evidencing a better starting torque. This circumstance is confirmed by the static analyses performed on the slotted blades in order to investigate the starting characteristic of the proposed Savonius wind generator configuration.

## Introduction

Wind energy has been widely used since ancient times in many different applications exploiting the principle of transforming the wind energy into mechanical one [1]. Today, this energy conversion is obtained through the so called wind generators that are mainly used to produce electric energy by means of renewable font [2,3]. Basically, the wind generators are classified into two different categories according to the rotor orientation: one refers to horizontal-axis wind turbine when the axis of rotation is parallel to the wind direction and to vertical axis wind generators when the rotor axis is perpendicular to the asymptotic flow [4]. Among the vertical axis wind generators, the Savonius and Darrieus wind turbines seem to be the more attractive in order to make not only possible but even sustainable the renewable energy generation in the urban environment. In fact, the generation of electric energy through renewable fonts in the framework of urban environment is receiving increasing attention due to the proximity of the energy production sites to the users. On the other hand, due to technical, acoustic and architectural limits, very few application of wind energy generation inside an urban environment can be found [5]. The aforementioned limitations, particularly associated to horizontal axis wind turbine, can be overtaken by the use of wind generators belonging to the vertical axis category such as Savonius and Darrieus [1, 6].

Among the vertical axis wind generator, the Savonius is known as a drag-type wind turbine and, due to its very simple structure and to its operational independency from the wind direction, it represents one of the leading technology able to convert the wind energy into mechanical one [7]. However, it is characterized by low aerodynamic efficiency with respect to Darrieus vertical axis wind generators [8]. On the other hand, Savonius wind turbines show better starting torque performances than Darrieus ones, making them very suitable for application characterized by low velocity wind like that occurring in the urban environment [8].

In order to improve the efficiency of Savonius wind generator, different studies on the blade geometry have been performed both experimentally and numerically. These analyses show that a geometry configuration suitable to increase both the torque and the power performances of a Savonius rotor can be obtained by overlapping the blades close to the rotation axis. On this basis, researchers have been devoted particular attention to study the effect of the overlap ratio on the aerodynamic performances of Savonius wind generators [9, 10]. Different results have emerged from these studies [11] evidencing the need for further investigations on the effect of the buckets overlapping on the Savonius performance as well as on innovative geometries and configurations. Recently, a systematic study on the behavior of Savonius wind turbines with overlapped blades has been performed by Akwa et al. [12], who found that the best performances can be obtained for an overlap ratio  $RS=0.15$ . They have also shown that the torque given by a Savonius wind turbine is produced by both drag and lift forces [13]. In this framework the present paper deals with the analysis of a new Savonius wind turbine configuration with slotted blades which increase the effect of the buckets overlapping on the overall torque and power performances of the wind generator. Computational Fluid Dynamic analyses have been performed by using the commercial finite element code Comsol Multiphysics® to ascertain the effect of different slotted blades configurations on the aerodynamic performances. Both static and dynamical analyses have been performed to characterize the starting torque of the slotted blade with respect to the standard one and to establish the influence of different slot angles  $\beta$  on the torque and power coefficients. Considering as reference configuration the Savonius wind turbine with an overlap ratio  $RS = 0.15$ , the results obtained for the dynamic condition by varying the slot angle  $\beta$  have shown worst performances of the slotted blades for high tip speed ratio  $\lambda$ . However, better torque and power coefficients have been obtained for low tip speed ratio and small slot angle  $\beta$ , evidencing the improved starting torque characteristic of the slotted-overlapped blades with respect to the overlapped ones. This circumstance is also confirmed by the static analyses whose results have shown improved starting torque characteristic of the slotted-overlapped blades if compared to the overlapped ones.

## Computational Fluid Dynamic Analyses

To investigate the overall aerodynamic performances of Savonius wind turbines with slotted blades and buckets overlapping (see Fig. 1), Computational Fluid Dynamics – CFD analyses are performed by using the commercial code Comsol Multiphysics®. Firstly, validation analyses have been performed on a standard Savonius wind turbine with buckets overlapping, see Fig. 1(a). The results obtained through the present CFD model are compared with those obtained by Akwa et al., who employed numerical solutions [12], and by Blackwell et al., who performed experimental studies [11]. Thus, parametric numerical simulations have been performed on the slotted blades configuration for both static and dynamical conditions. Computations have been carried out by varying the slotted blade angle  $\beta$  at constant overlap ratio (RS) [12].

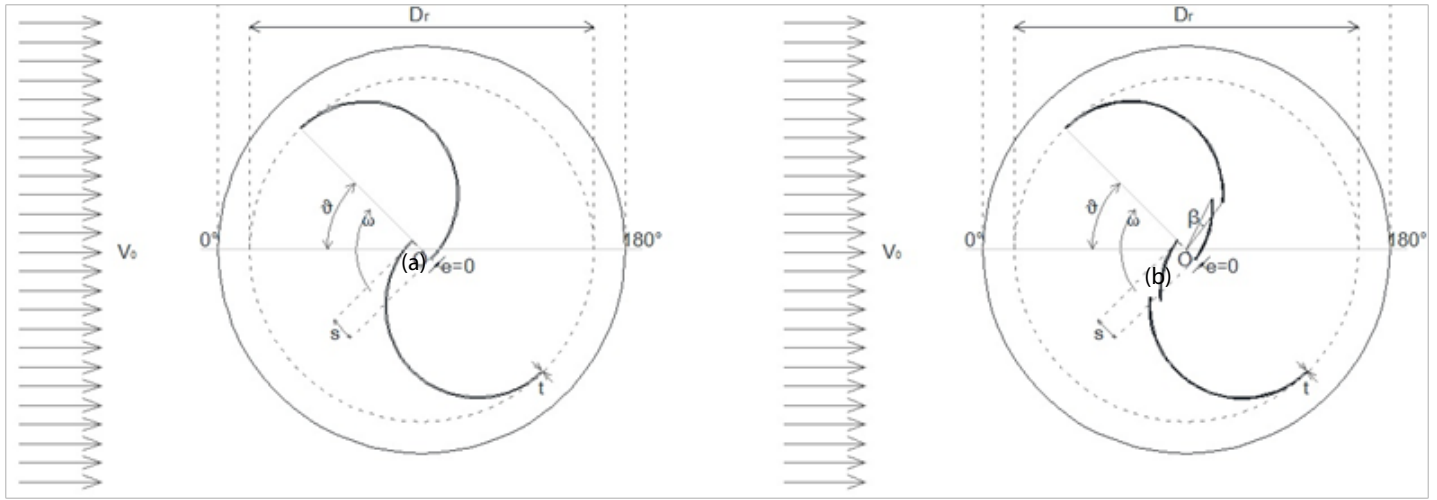


Fig. 1: Savonius geometry with buckets overlapping (a) and slotted blades (b).

## Validating simulations

The validating analyses have been performed on a Savonius wind turbine with blades overlap only whose geometric characteristics and flow conditions are those used by Akwa et al. and Blackwell et al. [11, 12]. The analyzed double buckets Savonius wind turbine is characterized by the rotor diameter  $D_r = 1\text{ m}$ , the end plate diameter  $D_{PE} = 1.10\text{ m}$  and the bucket thickness  $t = 4 \cdot 10^{-3}\text{ m}$ . The overlap ratio is set to  $RS = 0.15$  and no spacing between the buckets in the direction perpendicular to the overlap has been considered, i.e.  $e = 0$ . The fluid flow is characterized by an asymptotic constant velocity  $V_0 = 7\text{ m/s}$ , applied as velocity inlet boundary condition on the left hand side of the control volume, as shown in Fig. 2(a), while known pressure, corresponding to the atmospheric one, is imposed as pressure outlet boundary condition for the flow. The dynamic behavior of the rotor is simulated by means of a sliding circular domain with sliding triangular mesh having the same diameter as the external plate DPE, see Fig. 2(b). This circular region has a diameter equal to 1.25 times the rotor diameter and is centered at a distance equal to 10 rotor diameters from the inlet. No slip condition has been assumed for the surface of the rotor and, in order to ensure a constant Reynolds number of about 430,000, the mesh characteristics have been accordingly adapted to all the configurations analyzed.

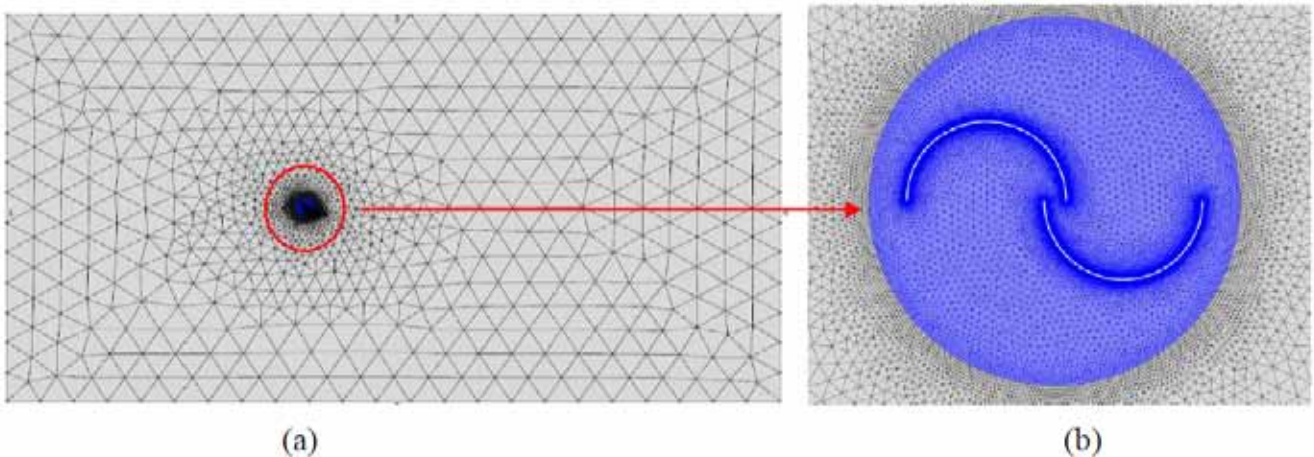


Fig. 2: Control volume mesh (a), sliding circular region mesh (b).

The overall Savonius wind turbine performances are described in terms of torque and power coefficients,  $C_T$  and  $C_P$  respectively. A brief description of the procedure employed to compute the  $C_T$  and  $C_P$  coefficients, starting from the pressure acting on the blade surfaces, is provided in the following.

The first step of the torque and power computation procedure involves the discretization of both the internal and external surfaces of the buckets into  $2N$  equal surface elements. By so doing,  $N$  elements can be identified on the middle line of the buckets, each one associated with the surface elements and respectively, as shown in Fig. 3(a). Over each  $i$ -th element pair the resulting pressure distribution is computed and applied on the corresponding middle line element, as shown in Fig. 3(b). It is worth nothing that the surface element length has been chosen in such a way the direction of the resulting force can be approximated to the local radial direction. By so doing, the time dependent torque generated by the Savonius rotor can be written as



$$M_T(t) = \sum_{i=1}^N F_i \cdot r^* \cdot \sin(\phi_i) \quad (1)$$

being the distance between the rotor axis and the geometric centre of the bucket and the angle between the bucket diameter and the  $i$ -th radial direction.

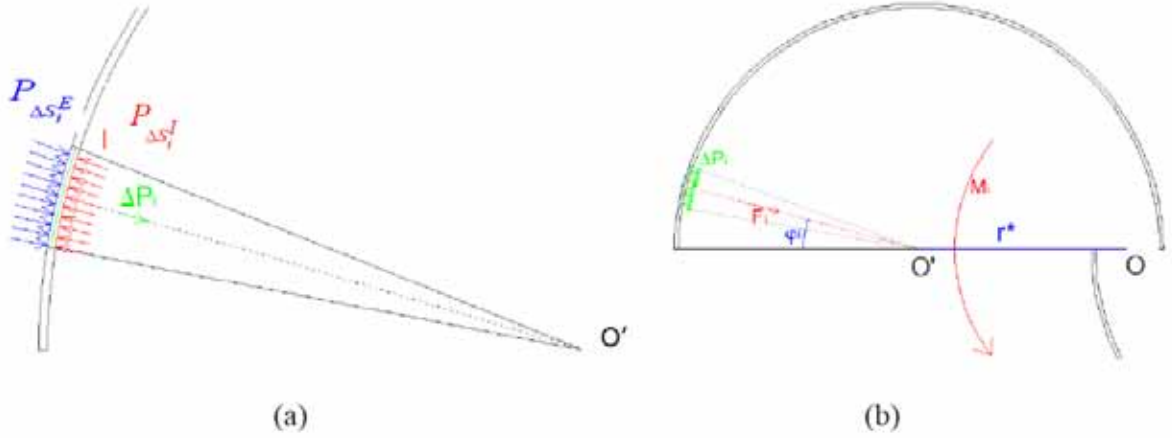


Fig. 3: Bucket discretization and schematic for the torque and power coefficients computation.

Thus, following Blackwell et al. [11], the dynamic torque coefficient can be computed as

$$C_T(t) = \frac{4 \cdot M_T(t)}{\rho \cdot V_0^2 \cdot D_r^2 \cdot L} \quad (2)$$

where the blade span  $L$ , in the framework of a bi-dimensional analysis, can be set to unit value. Finally, the power coefficient can be expressed as function of the torque coefficient and of the tip speed ratio  $\lambda$  [12]

$$C_P(t) = \frac{P(t)}{0.5 \cdot \rho \cdot V_0^3 \cdot D_r \cdot L} = \frac{4 \cdot M_T(t)}{\rho \cdot V_0^2 \cdot D_r^2 \cdot L} \cdot \frac{\omega \cdot D_r}{2 \cdot V_0} = C_T(t) \cdot \lambda \quad (3)$$

The Savonius dynamical wind turbine performance are obtained by computing the average of both the torque and power coefficients, and respectively, over an operational cycle of the rotor.

The validating analyses have been performed for different tip speed ratio  $\lambda$ , characterized by discrete values going from 0.2 to 1.25. As already mentioned the overlap ratio  $RS$  has been set to 0.15.

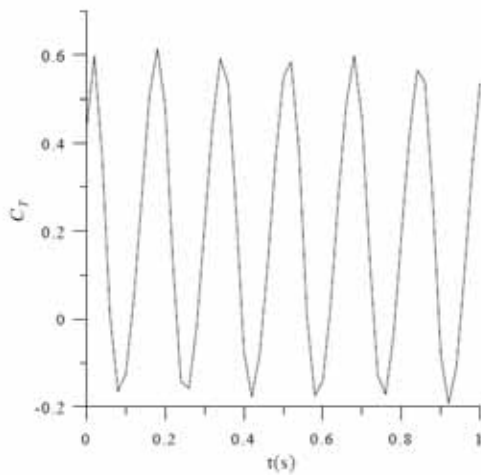


Fig. 4: Torque coefficient  $C_T$  versus time for  $RS = 0.15$  and  $\lambda = 1.25$ .

With the aim to check the stability of the solution, the dynamical behavior of the torque coefficient has been analyzed first. From Fig. 4 it can be observed that the solution is stable since the dynamic behavior of the  $C_T$  is almost cyclical, condition that matches the constant flow boundary conditions as well as the constant angular velocity  $\omega$  imposed to the rotor. Then the averaged torque and power coefficients are computed for different tip speed ratio and the results compared to experimental and numerical one [11, 12]. As it can be observed from Fig. 5, very good agreement is achieved for tip speed ratio  $\lambda$  filled between the values 0.4 and 1. Outside this tip speed ratio range, although

increasing discrepancies can be evidenced, the present results are closer to the experimental one than those obtained by Akwa et al. [12], confirming that the proposed model can be considered representative of the analyzed conditions.

On this basis, static and dynamical parametric analyses have been performed to investigate the effect of slotted blades on Savonius wind turbine. The obtained results are discussed in the following section.

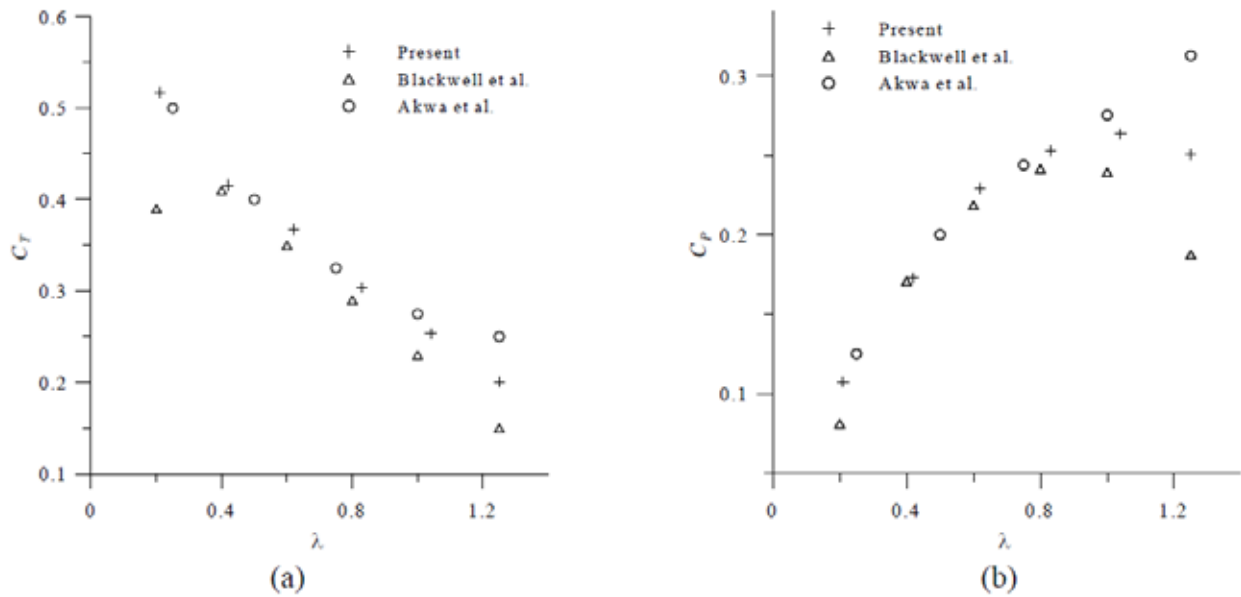


Fig. 5: Averaged torque (a) and power (b) coefficients versus tip speed ratio  $\lambda$ .

### Results for the Slotted Blades

In order to characterize the effect of slotted blade on the Savonius wind turbine performances, dynamic analyses have been performed for three different slot blade angles  $\beta$ .

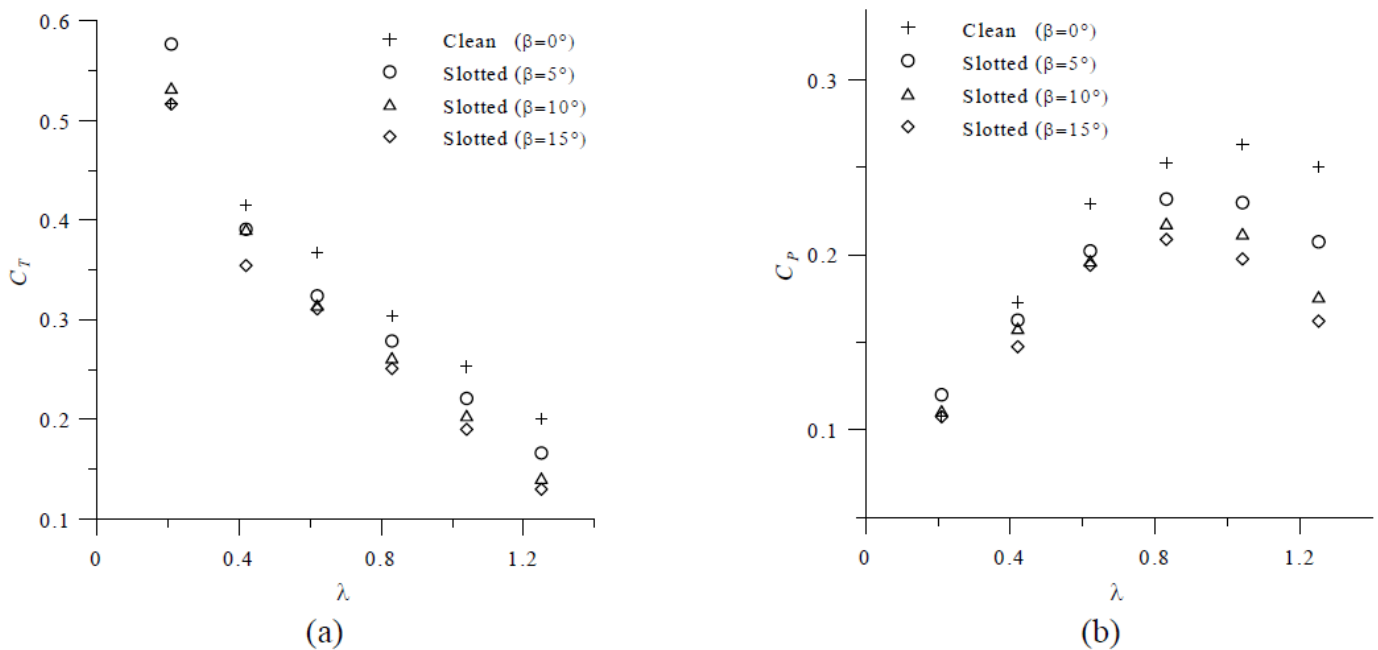


Fig. 6: Averaged  $C_T$  (a) and  $C_p$  (b) coefficients for different slot angles  $\beta$ .

More particularly, the effect of the slots has been analyzed over an overlapped double bucket Savonius wind turbine with  $RS=0.15$ , that Akwa et al. [12] has proven to be the most effective overlap ratio for this particular configuration. The average torque and power coefficients have been then computed for both the clean ( $\beta=0^\circ$ ) and the slotted configurations and the corresponding values are plotted versus the tip speed ratio  $\lambda$  in Fig. 6(a) and Fig. 6(b) respectively. It can be highlighted that the Savonius performances related to the slotted blades decrease for high tip speed ratio  $\lambda$  if compared to those obtained for the clean configuration. On the other hand, the slotted buckets wind generator, characterized by small slot angle ( $\beta=5^\circ$ ), exploits better aerodynamic performances for low tip speed ratio ( $\lambda < 0.3$ ). These results can be considered representative for improved starting torque performances obtained by the use of slotted blades.

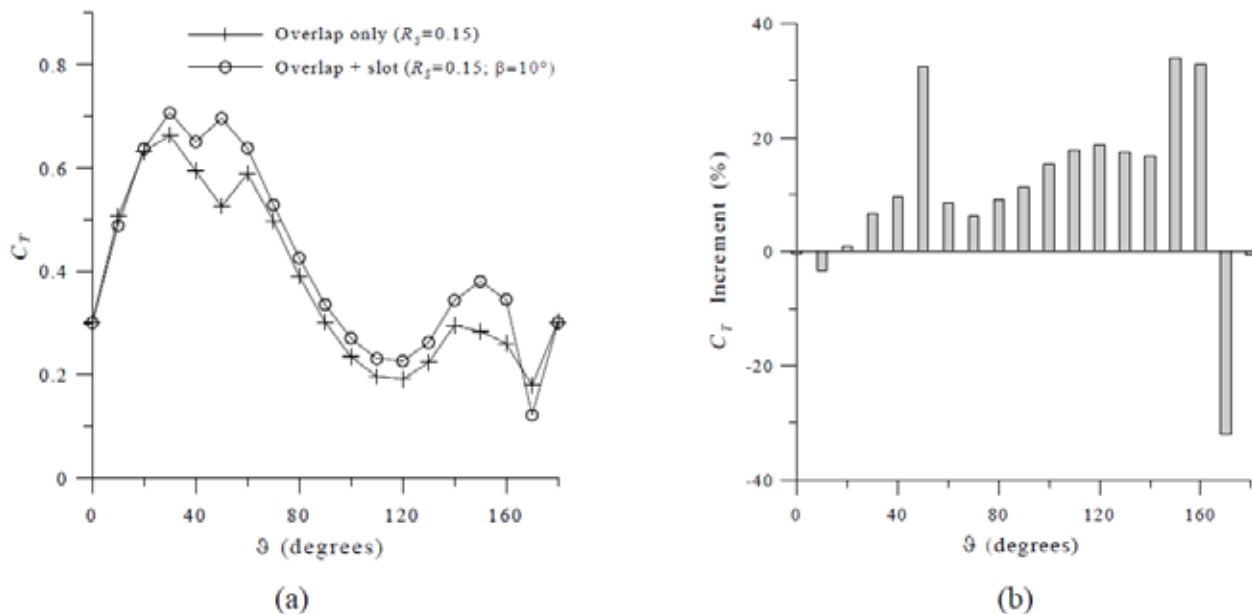


Fig. 7: Starting torque coefficient (a),  $C_T$  percentage increment with slotted blades (b).

In order to confirm the positive effect of slotted blades on the starting torque of a Savonius wind turbine, static analyses have been also performed for different blade positions with respect to the asymptotic flow, identified by the angle  $\beta$  as shown in Fig. 1(b). The torque static coefficients have been computed for both the overlap and slotted-overlap configurations and the results obtained, see Fig. 7(a), have shown improved starting torque performance associated to the use of slotted blades.

#### Conclusion

In this paper a new blade configuration for Savonius wind turbine has been proposed and analyzed by means of Computation Fluid Dynamics analyses performed through the commercial code Comsol Multiphysics®. Starting from the results obtained by Akwa et al. [12] on the positive effect of the blade overlapping on the overall aerodynamic performances, slotted-overlapped blades have been proposed in order to improve the torque and power coefficients of Savonius wind generators. The dynamic analyses performed for different slot angles  $\beta$  have shown that, although the slotted-overlapped blade performances are worst than the overlap ones for high tip speed ratio, the  $C_T$  and  $C_P$  coefficients increase for low tip speed ratio, less than 0.3, at  $\beta=5^\circ$ . Thus it can be concluded that the slotted-overlapped blades increase the starting torque performances of a Savonius wind turbine also confirmed by the static analyses performed at different buckets positioning with respect to the flow direction. Future analysis will be performed in order to study the effect of the slot position on the aerodynamic performance of the Savonius type wind generators.

#### References

- [1] G. Muller, M. F. Jentsch, E. Stoddart. Vertical axis resistance type wind turbines for use in buildings, *Renewable Energy* 34: 1407-1412 (2009).
- [2] F. Wang, L. Bai, J. Fletcher, J. Whiteford, D. Cullen. Development of small domestic wind turbine with scoop and prediction of its annual power output, *Renewable Energy* 33: 1637-1651 (2008).
- [3] T. Burton, N. Jenkins, D. Sharpe, E. Bossanyi. *Wind Energy Handbook*, Wiley, (2011).
- [4] W. Tong. *Wind power generation and wind turbine design*, Witt Press, (2010).
- [5] A. Grant, C. Johnstone, N. Kelly. Urban wind energy conversion: The potential of ducted turbines, *Renewable Energy* 33: 1152-1163 (2008).
- [6] S. Mertens. Wind energy in urban areas, Concentrator effect for wind turbines close to buildings, *Refocus* 3(2): 22-24 (2002).
- [7] I. Ushiyama, H. Nagai. Optimum design configurations and performance of Savonius rotors, *Wind Engineering* 12 (1): 59-75 (1988).
- [8] R. Gupta, A. Biswas, K. K. Sharma. Comparative study of a three-bucket Savonius rotor with a combined three-bucket Savonius-three bladed Darrieus rotor, *Renewable Energy* 33: 1974-1981 (2008).
- [9] B. D. Altan, M. Atilgan. An experimental and numerical study on the improvement of the performance of Savonius wind rotor, *Energy Conversion and Management* 49: 3425-3432 (2008).
- [10] N. Fujisawa. Velocity measurements and numerical calculation of flow fields in and around Savonius rotor, *Journal of Wind Engineering Industrial Aerodynamics* 59:39-50 (1996).
- [11] B. F. Blackwell, R. E. Sheldahl, L. V. Feltz. Wind tunnel Performance Data for Two- and Three-bucket Savonius Rotors, *Journal of Energy* 2(3): 160-164 (1978);
- [12] J. V. Akwa, G. A. da Silva Junior, A. P. Petry. Discussion on the verification of the overlap ratio influence on performance coefficient of a Savonius wind rotor using computational fluid dynamics, *Renewable Energy* 38: 141-149 (2012).
- [13] J. V. Akwa. Análise aerodinâmica de turbine seólicas Savonius empregando dinâmica dos fluidos computacional. MSc thesis, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil (2010).



# CONDIZIONI PER LA SOSTENIBILITÀ DELL'E-LEARNING

MAURA I. CASCIO<sup>1</sup> - NINO BATTIATO<sup>2</sup>

La crescita esponenziale delle conoscenze impone un continuo aggiornamento, sia per acquisire conoscenze utili alla pratica professionale, sia per mantenere attivo il percorso di sviluppo della propria carriera (Bertoldi, 2010 - pp. 123-144). E la didattica a distanza sembra essere uno degli strumenti più idonei al lifelong learning in quanto consente una gestione autonoma nei tempi e nei modi della conoscenza (Trentin: 2001, 2005; Calvani, 2006), permette lo scambio di materiali e contenuti e supporta i processi relazionali attraverso reti professionali o di pratica (Wenger, 1998; Trentin: 2005, 2008).

Come tutte le innovazioni, tuttavia, l'ingresso della FAD<sup>3</sup> nella formazione professionale e nell'aggiornamento sembra ancora caratterizzata da resistenze culturali e arretratezze tecnologiche (Guelfi, Masoni, Conti e Gensini, 2011). Secondo Trentin, uno dei più importanti ricercatori italiani sull'utilizzo delle tecnologie nell'apprendimento, da molti anni assistiamo ad un consistente riversamento di risorse pubbliche e private in iniziative legate all'introduzione dell'E-Learning nei diversi contesti della formazione (Scuola, Università, Impresa e Pubblica Amministrazione), senza tuttavia registrare cambiamenti significativi in termini di stabilità e qualità dell'apprendimento (Trentin, 2008 - pp. 15-16). Molti i progetti che – avviati con grande entusiasmo e su basi qualitativamente solide – sono stati abbandonati non appena si sono esauriti i finanziamenti loro assegnati (Trentin, 2007 – pg. 14) o a causa della scarsa competenza di chi intraprende – spesso in modo avventuroso – la produzione di percorsi di tipo FAD/E-Learning, catturato dalla presunta economicità dell'approccio e non da un reale desiderio di capire come le tecnologie possano essere efficacemente utilizzate per innovare, migliorare e amplificare il processo di insegnamento/apprendimento (Trentin, 2008 - pg. 15).

Sono in particolare due i fattori da cui dipende l'impatto di un'iniziativa di formazione erogata a distanza: l'organizzazione di riferimento e l'utente finale (Trentin, 2003 – pp. 51-52).

Nel primo caso l'elemento rilevante è l'armonizzazione dei sotto-processi tipici del percorso formativo (analisi dei bisogni; progettazione, realizzazione, conduzione, gestione delle tecnologie e delle infrastrutture) e la qualità delle diverse figure professionali a supporto<sup>4</sup>.

Nel secondo caso, invece, le principali criticità sono relative alla capacità dell'utente di gestire il proprio tempo in funzione della partecipazione ad un evento erogato a distanza, acquisire familiarità con le annesse tecnologie ed i servizi di rete a disposizione, e, all'occorrenza, essere in grado di far fronte autonomamente alle proprie esigenze formative usando le tecnologie per reperire informazioni e conoscenze idonee a risolvere "just in time" uno specifico problema professionale (Trentin, 2003 – pp. 51-52).

Sembra così confermata la previsione di Rogers (1995): a differenza della classica curva ad S indicata in Figura 1 con la curva tratteggiata e tipica dell'andamento nel tempo di ogni processo innovativo di successo (Bass, 1969), il tracciato mostra come l'utilizzo della metodologia di tipo FAD/E-Learning sembra seguire un andamento simile a quello indicato con la linea continua (Trentin, 2007).

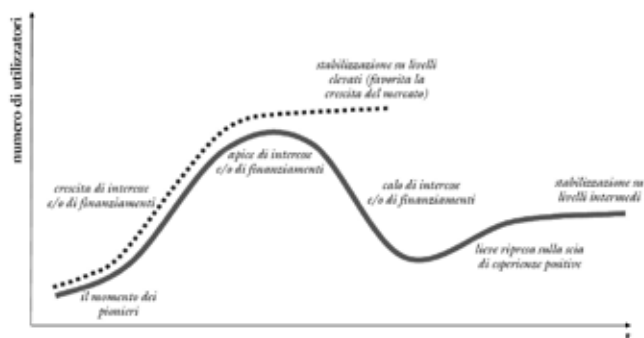


Figura 1 – Andamento nel tempo di un processo innovativo "tipo"  
Fonte: Trentin, 2007

Al fine di rendere più sistematico lo studio delle condizioni base per la sostenibilità dell'e-learning, Trentin - a partire da alcuni studi di settore (Seufert e Euler, 2003; Attwell, 2005) - ha elaborato il modello di seguito

indicato (Figura 2):

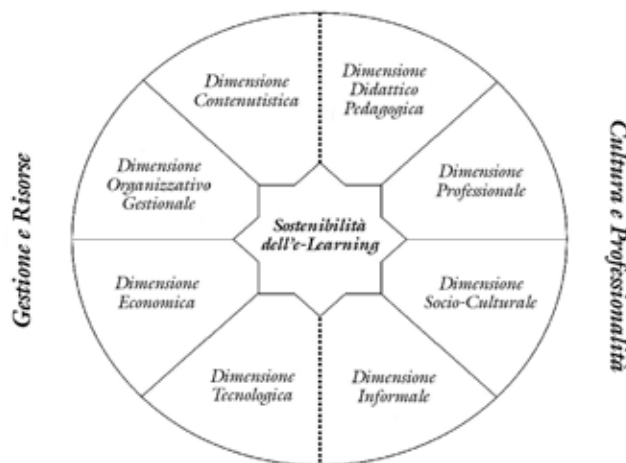


Figura 2 – Il modello a otto dimensioni per la sostenibilità dell'E-Learning  
Fonte: Trentin, 2007

Secondo tale modello, la dimensione contenutistica riguarda sia la qualità dei contenuti veicolati e la loro implementazione in e-content, sia gli aspetti legati alla loro trasportabilità, riusabilità e adattabilità a contesti differenti rispetto a quello originario (i cd. oggetti didattici SCO<sup>5</sup>; Sharable Courseware Object); la dimensione pedagogica o didattico-formativa riguarda le potenzialità pedagogiche introdotte dall'uso dei media nella formazione (Bates, 2002), con l'obiettivo di promuovere la sostenibilità dell'e-learning sul versante della qualità dei processi di insegnamento/apprendimento attraverso la fruizione di e-content<sup>6</sup> e l'utilizzo di specifici strumenti di interazione (lavagna condivisa, agenda, bacheca, messaging a supporto di forum, blog e chat) quale mezzo per stimolare la partecipazione e distribuire compiti fra i membri del gruppo (Elia e Murgia, 2008 - pag.56). Questa dimensione include l'utilizzo di specifiche funzionalità a disposizione delle piattaforme di E-Learning con l'obiettivo di monitorare l'apprendimento attraverso strumenti di valutazione formativa e sommativa; la dimensione professionale riguarda l'individuazione delle figure chiave necessarie alla gestione, progettazione, sviluppo, erogazione e valutazione degli interventi formativi erogati in modalità e-learning. Questa dimensione include anche le problematiche legate alla formazione e professionalizzazione oltre che al riconoscimento formale e alla valorizzazione di tali figure, così come le strategie per una crescita culturale dei professionali della formazione nei confronti dell'uso didattico delle ICT (Trentin, 2007 - pg. 18); la dimensione socio-culturale riguarda la sensibilizzazione degli utenti verso l'auto-organizzazione/gestione del processo di apprendimento e rendere così possibile il cambiamento socio-culturale necessario ai fini della diffusione dell'E-Learning. I tassi di abbandono sono ancora molto alti (De Vita, 2007 - pg. 100) ed è quindi necessario promuovere lo sviluppo di capacità quali il Self-Directed e il Self-Regulated Learning, strumenti base per il Lifelong Learning; la dimensione informale riguarda la capacità del singolo di far fronte autonomamente e in tempo reale alle proprie esigenze conoscitive (senza cioè fare ricorso ad uno specifico evento formativo "formale", un corso), quanto piuttosto attraverso un uso oculato delle ICT utilizzando e-content non strutturati e l'interazione "a rete" e "in rete" all'interno di comunità di pratica professionali (Trentin, 2005); la dimensione tecnologica riguarda gli aspetti legati alla funzionalità ed alla stabilità di un'adeguata infrastruttura tecnologica, in grado di adattarsi alle esigenze sia dello specifico contesto formativo (Scuola, Università, Impresa) che dell'utenza di riferimento. Spesso sovra-dimensionata a scapito del potenziamento di specifiche risorse umane necessarie (come tutor e progettisti qualificati) secondo vari Autori (La Noce, 2001; Trentin: 2005, 2007; Elia e Murgia, 2008) questa dimensione è la variabile più critica nella sostenibilità di un sistema di E-Learning; la dimensione economica riguarda gli aspetti legati all'ottimizzazione delle risorse in gioco, dai costi di sviluppo a quelli di erogazione e di investimenti futuri; la dimensione organizzativo-gestionale

riguarda, infine, le condizioni organizzative per una reale integrabilità delle metodologie e-learning nelle prassi lavorative dell'organizzazione. Un'iniziativa di e-learning che viaggi come progetto isolato, non integrato all'interno dell'organizzazione e a cui non si garantisca il mantenimento, ha minime possibilità di sopravvivere nel lungo periodo (Trentin, 2007 - pg. 19). Secondo Barbian (2001) anche il contesto è una variabile chiave nella valutazione dell'impatto dell'esperienza di E-Learning erogata: al variare del contesto, infatti, varia anche il significato che viene attribuito a termini quali "sostenibilità", "sviluppo sostenibile" ed "effetti sostenibili". L'E-Learning è un "sistema complesso" che si basa su un fine gioco di equilibri tra aspetti didattico-pedagogici, architetture organizzativo-gestionali e specifiche esigenze di integrazione legate ai particolari settori di applicazione (Trentin, 2003). La rappresentazione grafica che segue (Figura 3) evidenzia gli elementi di cui tener conto nella progettazione di un sistema di E-Learning:



Figura 3 – Interrelazione fra alcuni elementi chiave legati alla gestione di un sistema di E-Learning  
Fonte: Trentin, 2003

È dalla definizione/scelta del tipo di approccio (o di approcci) di e-learning che dipendono sia il punto di vista didattico-pedagogico (comportamentista, cognitivista o costruttivista) che quello più marcatamente operativo, ossia le risorse umane necessarie alla progettazione, realizzazione e conduzione del processo; il tipo di tecnologie da utilizzare; il tipo di assetto organizzativo<sup>7</sup> in grado di favorire, ottimizzandola, la gestione e la comunicazione fra tutte le componenti del sistema.

Un modo ormai consolidato per classificare gli approcci di E-Learning è su un continuum che va dai processi di apprendimento basati sullo studio autonomo (apprendimento individuale) a quelli più centrati sull'interazione di gruppo (apprendimento collaborativo) come di seguito rappresentato:



Figura 4 – La piramide come sintesi unificante degli approcci di formazione di E-Learning  
Fonte: Banzato e Midoro, 2005

Mentre nel modello di formazione in autoapprendimento il sistema tecnologico a supporto deve consentire la gestione dei materiali didattici, dell'ambiente di apprendimento (ossia anche delle prove di valutazione) e del corso (iscrizione telematica; gestione degli accessi; gestione delle anagrafiche; tracking delle attività; valutazioni), nell'apprendimento assistito e in quello collaborativo è necessario prevedere moduli e strumenti di

interazione aggiuntivi e a supporto della comunicazione. Rientrano tra questi la Web Conference (come NetMeeting), i Newsgroup o i Forum (Banzato e Midoro, 2005 - pp. 66-72) che - volte a promuovere lo scambio ed il confronto su temi specifici - mirano a sviluppare comunità di apprendimento o comunità di pratica professionale (Wenger, 1998; Wenger, McDermott e Snyder, 2002; Trentin, 2001, 2005), dispositivo essenziale per l'innescare di processi di auto-aiuto e motivazionali (Bonaiuti, 2010). Uno degli obiettivi fondamentali di chi progetta l'apprendimento on-line è infatti quello di facilitare la collaborazione tra le persone (Boccia Artieri e Mazzoli, 2000; De Beni, Meneghetti, Pezzullo, 2010 - pg. 23), favorire il superamento dell'esclusione del singolo e valorizzare i rapporti con il gruppo (Calvani, 2006; Wenger, McDermott e Snyder, 2002; Calvani, 2006). Il senso di far parte di una comunità e la capacità di creare un ambiente emotivamente valido e ricco di rapporti interpersonali e collaborativi sono le componenti caratterizzanti gli ambienti di terza generazione (Harasim, 1990; Palloff e Pratt, 1999) per distinzione con i sistemi di prima e seconda generazione in cui predomina invece il senso di un apprendimento come "attività condotta in isolamento" (Trentin, 2001; Calvani e Rotta, 2001).

La Figura 5 rappresenta le possibili interazioni dei partecipanti nelle comunità di apprendimento:

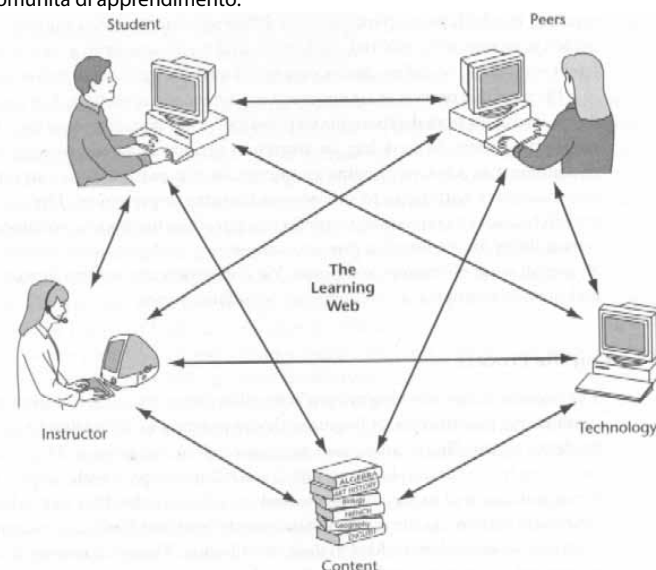


Figura 5: Building Learning Communities in Cyberspace: effective strategies for the online classroom  
FONTE: Palloff e Pratt, 1999

Apprendere collettivamente in rete è un processo complesso e faticoso che implica - da parte dei partecipanti - l'acquisizione di una serie di abilità che facilitano il processo formativo e favoriscono un ruolo attivo nella costruzione della conoscenza (Trentin: 2001, 2005). È compito del docente/tutor assegnare il giusto valore al ruolo didattico delle comunità di apprendimento agevolando così lo sviluppo di forme di "intelligenza collettiva" (Lévy, 1999), condivisibili e confrontabili focalizzando l'attenzione sulle esperienze personali e professionali dello studente, favorendo una modalità di apprendimento autonomo e personalizzato ed agevolando il processo di problem solving e di learning by doing (Boccia Artieri e Mazzoli, 2000), componenti fondamentali del processo di apprendimento degli adulti secondo la teoria andragogica di Knowles (1973, 1980).

In questo tipo di formazione, il supporto tecnico ed organizzativo necessario ad attivare percorsi di apprendimento assistito e collaborativo è molto più consistente sia in termini numerici che professionali (tutor, assistenti tecno-informatici, esperti di contenuto), con importanti ricadute sui tempi e sui costi dell'erogazione. D'altra parte, mentre il modello di formazione in autoapprendimento consente di gestire - con costi più contenuti - un numero di utenti molto elevato, la predisposizione di percorsi formativi che prevedano l'apprendimento assistito o collaborativo riduce il numero di partecipanti per classe fino a 20-25 utenti. Comparando i costi della formazione a distanza con quelli della formazione in presenza emerge che mentre il costo della FAD in autoapprendimento tende a scendere al crescere del numero dei partecipanti<sup>8</sup>, nel caso dell'apprendimento assistito o collaborativo (E-Learning) questo dato non è sempre vero: i costi quindi variano enormemente a seconda della strategia formativa adottata (De Vita, 2007 - pg. 110).

Prima di intraprendere la realizzazione di percorsi formativi in modalità FAD/E-Learning al fine di verificare la fattibilità e garantire la sostenibilità è opportuno:

- Effettuare un'accurata analisi delle esigenze formative dell'utente (Banzato

e Midoro, 2005) verificando sia la sussistenza dei requisiti di impatto educativo<sup>9</sup> che la presenza di specifici indicatori di fattibilità quali: il livello di alfabetizzazione informatica, le caratteristiche e la numerosità degli utenti; la tipologia dei contenuti da erogare (conoscenze, competenze, procedure) ed il possibile impatto organizzativo (apprendimento; occupabilità; certificazioni)

- Determinare i requisiti del sistema formativo attraverso la scelta del modello di E-Learning da attuare e della tecnologia più adatta allo specifico contesto

- Formare i professionals<sup>10</sup> e creare una solida struttura organizzativa, con un'accurata definizione di ruoli, attività e funzioni in relazione alle varie fasi del processo formativo (progettazione, sviluppo, erogazione e valutazione)

- Predispone adeguati criteri per un monitoraggio continuo del percorso didattico erogato (quantità e qualità della partecipazione; utilizzo degli strumenti di comunicazione; quantità e qualità delle interazioni; impatto organizzativo).

Le condizioni per la sostenibilità dell'E-Learning attengono, quindi, da un lato, alla presenza di una solida struttura organizzativa, con avanzate infrastrutture tecnologiche, applicazioni tecno-informatiche ed adeguate risorse finanziarie (La Noce, 2001 - pp. 64/67; Elia e Murgia, 2008 - pag.50), e, dall'altro, alla specializzazione delle figure professionali necessarie a renderla operativa. In una società globale, in cui le prospettive future dipendono dalla capacità di evolversi e rinnovarsi continuamente attraverso l'aggiornamento e la formazione continua, è inoltre fondamentale promuovere lo sviluppo della agency (agentività) dello studente ossia "la combinazione della percezione di autoefficacia del discente nel lavoro in un ambiente ad alta tecnologia associata con il desiderio di essere attivamente coinvolto impegnandosi in essa" (Mammarella, Cornoldi e Pazzaglia, 2005 - pg. 57) operando così un cambio di paradigma "dalla logica del learning on the job a quella del learning is the job" (Trentin, 2003 - pp. 51-52).

## Note

<sup>1</sup> Dottoranda presso l'Università KORE di Enna e psicologa esperta in processi formativi per il CEFAS, attualmente impegnata nella redazione del proprio lavoro di tesi "Lo stato dell'arte della formazione a distanza nella sanità siciliana", Tutor: Prof. S. Di Nuovo.

<sup>2</sup> Cultore della materia presso l'Università KORE di Enna e psicologo esperto in processi formativi.

<sup>3</sup> Formazione A Distanza.

<sup>4</sup> Punto di incontro di interessi teorici ed operativi differenti la metodologia FAD/E-Learning integra - in un'ottica multidisciplinare - i contributi di sociologi, pedagogisti, psicologi e psicologi dell'educazione, formatori, economisti e studiosi delle nuove tecnologie (Mammarella, Cornoldi e Pazzaglia, 2005 - pg. 121).

<sup>5</sup> La costruzione di L.O. (Learning Object) secondo specifiche caratteristiche SCORM (Sharable Courseware Object Reference Model) rendono possibile la trasportabilità e la riutilizzabilità degli stessi (interoperabilità) su qualsiasi piattaforma per la formazione a distanza.

<sup>6</sup> Oggetti di apprendimento distribuiti in formato digitale.

<sup>7</sup> Secondo Trentin (2003, pg. 47), l'organizzazione a supporto di un progetto FAD/E-Learning ha un ruolo fondamentale nella gestione e nel coordinamento delle figure professionali impiegate nelle varie fasi del processo di sviluppo del percorso (progettazione, realizzazione ed erogazione) e nella gestione delle tecnologie e delle infrastrutture di comunicazione necessarie alla messa in opera del processo stesso.

<sup>8</sup> Secondo vari AA (La Noce, 2001; Elia e Murgia, 2008) si parla di economia di scala solo quando è possibile operare interventi formativi indirizzati al più elevato numero possibile di potenziali fruitori, sacrificando la specificità dell'intervento formativo a favore di una sua larga diffusibilità.

<sup>9</sup> Relativi cioè alla valutazione dei vantaggi offerti dall'uso della tecnologia nella formazione e che non potrebbero essere attuati con strumenti ed approcci tradizionali (Trentin, 2008 - pp. 40-41).

<sup>10</sup> Le figure professionali coinvolte nella realizzazione di progetti di formazione in modalità FAD/E-learning si integrano in team multidisciplinari, secondo modelli a rete e per progetti. Tutte le fasi del processo, dalla progettazione allo sviluppo ed, infine, all'erogazione dei contenuti multimediali richiedono infatti una collaborazione continua tra i diversi professionisti coinvolti: il responsabile scientifico (massimo esperto nei contenuti trattati) struttura le linee di massima di progettazione del percorso didattico, completandola con le indicazioni relative ad obiettivi generali e specifici ed all'articolazione modulare, coordina e supervisiona l'operato degli esperti di contenuti coinvolti nel processo di produzione del materiale didattico; l'esperto di contenuto, garante della qualità e della completezza del materiale didattico redatto per le parti di specifica competenza, cura i contenuti specifici da inserire nei percorsi formativi a distanza individuati nel progetto, individuando i materiali di supporto alla didattica e specificando il grado di propedeuticità dei contenuti trattati; il progettista, esperto in processi formativi e con specifica esperienza nel settore della formazione a

distanza, collabora con l'esperto di contenuto, rendendo le pagine di facile fruibilità attraverso un processo di rielaborazione e riscrittura (storyboard) dei testi per la modalità FAD. Nello specifico si occupa della progettazione del percorso, della definizione dei contenuti, della strutturazione degli stessi in Learning Object, della definizione e strutturazione delle valutazioni (test di apprendimento, in itinere e finali) e delle esercitazioni; i tecnici informatici predispongono l'ambiente di apprendimento (o LMS, "ambienti integrati" in cui le funzionalità connesse alla produzione/gestione di materiali didattici multimediali convivono con quelle connesse alla loro distribuzione, gestione, valutazione e tracciabilità del percorso), realizzano le pagine del corso (corredandole di aspetti audio, video ed animazioni) e procedono con la loro implementazione in piattaforma tecnologica; servizi di Tutoring (per gli aspetti di contenuto) e di Help desk (per gli aspetti tecnici e di funzionalità della piattaforma).

## Bibliografia di riferimento

- Attwell G. (2005), E-learning and sustainability. EdTechPost : Technology for Learning, Thinking and Collaborating, disponibile in <http://www.ossite.org/Members/GrahamAttwell/sustainability/attach/sustainability4.doc>
- Banzato, M., Midoro, V. (2005). Modelli di e-Learning. Una tassonomia degli usi della rete telematica per l'apprendimento. TD - Tecnologie Didattiche, Ed. Menabò, Ortona, n. 3, pp. 62-73.
- Barbian J. (2001), The future training room. Training, 38 (9), 40-45.
- Bass F.M. (1969), A new product growth model for consumer durables. Management Science, 15, 215-227.
- Bates A. (2002), Managing technological change. Jossey-Bass Publishers, San Francisco.
- Bertoldi, M. (2010). Apprendimento permanente e di carriera. Journal of Sociology and Education, vol. 3 (pp. 123-144).
- Boccia Arteri, G., Mazzoli, G. (2000). Tracce nella rete: le trame del moderno fra sistema sociale ed organizzazione. Franco Angeli Editore, Milano.
- Bonaïuti, G. (2010). Didattica attiva con i video digitali : metodi, tecnologie, strumenti per apprendere in classe e in rete. Edizioni Erickson, Trento.
- Calvani A. e Rotta M. (2001), Fare formazione in Internet. Manuale di didattica online, Erickson, Trento
- Calvani, A. (2006). Reti comunità conoscenza. Costruire e gestire dinamiche collaborative. Edizioni Centro Studi Erickson, Trento.
- De Beni, R., Meneghetti, C., Pezzullo L. (2010). Approccio metacognitivo e corsi universitari a distanza. TD-Tecnologie Didattiche, n. 49 (pp. 21-28).
- De Vita, A. (2007). L'e-learning nella formazione professionale. Strategie, modelli e metodi. Centro Studi Erickson (Collana I quaderni di Form@re), Trento.
- Elia, G., Murgia, G. (2008). Collaborative E-Learning. Sistemi P2P, tecnologie open source e Virtual Learning Community. Franco Angeli, Milano.
- Euler D., Wilbers K. (2002), Selbstlernen mit neuen Medien didaktisch gestalten. In D. Euler, C. Metzger (eds), Hochschuldidaktische Schriften, capitolo 1, St.Gallen: Institut für Wirtschaftspädagogik (citazione tratta da Seufert e Euler, 2003).
- Guelfi, M.R., Masoni, M., Conti, R., Gensini, G.F. (2011). E-learning in sanità. Progettare, produrre ed erogare corsi di formazione online per l'area sanitaria. Springer-Verlag Editore, Milano.
- Harasim, L. (1990). Online Education: Perspectives on a New Environment. Praeger Publishers, New York.
- Knowles, M.S. (1973). The Adult Learner: A Neglected Species. Houston: Gulf Publishing Company (tr.it., 2008. Quando l'adulto impara. Andragogia e sviluppo della persona. Franco Angeli, Milano).
- Knowles, M. S. (1980) The Modern Practice of Adult Education. From pedagogy to andragogy. Englewood Cliffs: Prentice Hall/Cambridge.
- La Noce, F. (2001). E-Learning. La nuova frontiera della formazione. Franco Angeli, Milano.
- Lévy, P. (1999). L'intelligenza collettiva. Per un'antropologia del cyberspazio. Feltrinelli, Milano.
- Mammarella, N., Cornoldi, C., Pazzaglia, F. (2005). Psicologia dell'apprendimento multimediale. E-learning e nuove tecnologie. Il Mulino, Bologna.
- Palloff, R., Pratt, K. (1999), Building Learning Communities in Cyberspace. Jossey-Bass Publishers, San Francisco.
- Rogers E.M. (1995), Diffusion of innovations, 4th Edition. Free Press, New York.
- Seufert S. (2003), Shaping Innovations: e-learning as a catalyst for a new culture in learning and teaching?, ICNEE 2003, disponibile in <http://www.scil.ch/docs/2003-05-icnee-seufert-shapinginnovations.pdf>
- Trentin, G. (1997), Logical Communication Structures for Network-Based Education and Tele-Teaching, Educational Technology, Vol. 37, n. 4 (pp. 19-25).
- Trentin G., (2001). Dalla formazione a distanza all'apprendimento in rete, Angeli, Milano.
- Trentin, G. (2003). E-learning come sistema complesso. Come gestire la complessità dei sistemi e-learning. TD - Tecnologie Didattiche, vol. 30, n 3 (pp.47-52).
- Trentin G. (2005), From 'formal' to 'informal' e-Learning through knowledge management and sharing. Journal of e-Learning and Knowledge Society 1(2), pp. 209-217.
- Trentin, G. (2008). La sostenibilità didattico-formativa dell'e-learning. Social networking e apprendimento attivo. Franco Angeli, Milano.
- Wenger, E. (1998). Communities of practice. Cambridge University Press, Cambridge.
- Wenger, E., McDermott, R., & Snyder, W. (2002). Cultivating Communities of Practice. Harvard Business School Press, Boston (Mass.).



*Call for paper  
per il prossimo numero*

# PhD **KORE** review 4

a cura di MAURIZIO ODDO  
Professore Associato

## L'ERRORE

Gli errori – parafrasando Dalì –  
hanno sempre un carattere sacro.  
Ogni errore non è che un mezzo,  
subordinato allo scopo che aiuta a ottenere.  
Esso può, addirittura, assegnare vantaggio.

Il quarto numero di PhD Kore Review, curato da Maurizio Oddo, tratterà il tema dell'ERRORE.  
Casuale o voluto, l'errore interagisce con la ricerca fino a sconvolgerne i percorsi.  
Dal tentativo di evitarlo a quello di renderlo sistemico, l'errore è elemento comune a tutti i  
settori di ricerca.

LE PROPOSTE DOVRANNO PERVENIRE ALLA REDAZIONE ENTRO IL 31 DICEMBRE 2012

**info**

korephdreview@unikore.it  
alice.albanese@unikore.it