

---

Federico Cinquepalmi,  
Fabrizio Cumo, Elisa Pennacchia

**BAT (BEST AVAILABLE TECHNOLOGIES)  
APPLICATE ALLE INFRASTRUTTURE  
COSTIERE SOSTENIBILI**

**BEST AVAILABLE TECHNOLOGIES  
FOR SUSTAINABLE  
COASTAL INFRASTRUCTURES**



Project funded by the  
**EUROPEAN UNION**



**ENPI  
CBCMED**  
CROSS-BORDER COOPERATION  
IN THE MEDITERRANEAN



**FrancoAngeli**



---

Il presente libro tratta delle migliori tecnologie disponibili e delle strategie innovative per la pianificazione e progettazione di strutture costiere sostenibili, analizzando sia impianti per la produzione di energia elettrica e termica, sia materiali ecocompatibili per l'involucro edilizio, con particolare riferimento al riuso dei rifiuti. Infine sono presentati alcuni casi pilota di infrastrutture costiere sostenibili realizzate secondo i principi descritti. Il libro è stato realizzato nell'ambito del progetto internazionale GREAT Med finanziato dalla Comunità Europea nell'"ENPI CBC Mediterranean Sea Basin Programme".

This book deals with an analysis of the best available technologies and strategies for the planning of coastal sustainable infrastructures, identifying innovative building envelope technologies and technical smart solutions. Particularly, active systems have been investigated for heating and electricity production, considering solar and wind energy sources, while the use of sustainable local materials and the reuse and upcycling of wastes have been analysed for low energy building envelope design. Lastly, some pilot cases of environmentally sound coastal facilities and service buildings have been planned and designed according to local contexts. The book has been written under GREAT Med international project, financed by the EU under the ENPI CBC Mediterranean Sea Basin Programme.

**Federico Cinquepalmi**, PhD, architetto e tecnologo di ruolo prima dell'ENEA e poi dell'Istituto Superiore per la Ricerca Ambientale, dal 2010 è dirigente incaricato del MIUR. Negli ultimi 25 anni ha continuativamente svolto attività di ricerca nei settori di ambiente, energia e sviluppo sostenibile, principalmente allo IUAV e presso la Sapienza di Roma.

**Federico Cinquepalmi**, PhD, degree in Architecture and Planning, permanent scientific staff before in ENEA and then at the National Institute for Environmental Research, since 2010 holds a position of director within the Italian Ministry of Education, Universities and Research. In the last 25 years he never ceased his research activities in the fields of environment, energy and sustainable development mainly at IUAV University and Sapienza University of Rome.

**Fabrizio Cumo** è professore associato di Fisica tecnica ambientale e direttore del Centro Interdipartimentale Territorio Edilizia Restauro Ambiente all'Università Sapienza di Roma; è autore di più di 130 pubblicazioni sulla sostenibilità ambientale ed energetica, oltre che di 10 libri sulla tecnologia dell'architettura e tematiche energetiche.

**Fabrizio Cumo** is professor in Environmental Technical Physics at Sapienza University of Rome and director of the Interdepartmental Centre for Territory, Housing, Heritage and Environment; he is author of about 130 publications concerning environmental sustainability, energy and environmental engineering, plus 10 books in the field of energy and architecture technology.

**Elisa Pennacchia**, architetto, PhD, è docente di Architettura sostenibile del master in Project Management presso l'Università Sapienza di Roma, dove svolge attività di ricerca sui temi dell'uso efficiente delle risorse e del riuso innovativo dei principali rifiuti solidi urbani come materiale per l'edilizia.

**Elisa Pennacchia**, PhD, is an architect and lecturer of the Project Management Master of the Sapienza University of Rome where she carries out researches on reuse and upcycling of municipal waste for zero energy buildings.

**Elisa Pennacchia**, architetto, PhD, è docente di Architettura sostenibile del master in Project Management presso l'Università Sapienza di Roma, dove svolge attività di ricerca sui temi dell'uso efficiente delle risorse e del riuso innovativo dei principali rifiuti solidi urbani come materiale per l'edilizia.

**Elisa Pennacchia**, PhD, is an architect and lecturer of the Project Management Master of the Sapienza University of Rome where she carries out researches on reuse and upcycling of municipal waste for zero energy buildings.

**Federico Cinquepalmi,  
Fabrizio Cumo, Elisa Pennacchia**

**BAT (BEST AVAILABLE TECHNOLOGIES)  
APPLICATE ALLE INFRASTRUTTURE  
COSTIERE SOSTENIBILI**

**BEST AVAILABLE TECHNOLOGIES  
FOR SUSTAINABLE  
COASTAL INFRASTRUCTURES**

**FrancoAngeli**

This book was conducted in the context of the GREAT Med project. This publication has been produced with the financial assistance of the European Union under the ENPI CBC Mediterranean Sea Basin Programme. The contents of this document are the sole responsibility of Sapienza and can under no circumstances be regarded as reflecting the position of the European Union or of the Programme's management structures.

**Federico Cinquepalmi**, PhD, architetto e tecnologo di ruolo prima dell'ENEA e poi dell'Istituto Superiore per la Ricerca Ambientale, dal 2010 è dirigente incaricato del MIUR: per i primi cinque anni dell'Ufficio per l'internazionalizzazione della ricerca e dal 2015 ad oggi dell'Ufficio per l'internazionalizzazione della formazione superiore. Negli ultimi 25 anni ha continuamente svolto attività di ricerca nei settori di ambiente, energia e sviluppo sostenibile, innanzi tutto allo IUAV, e poi alla *Venice International University*, al Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), presso il *National Oceanographic Atmospheric Administration* (NOAA), la *University of Massachusetts*, e la Sapienza di Roma. È stato per due volte Visiting Academic and Researcher all'Università di Cambridge (UK), prima al *Department of Geography* ed in seguito al *Cambridge Centre for Landscape and People* (CCLP).

**Federico Cinquepalmi**, PhD, Degree in Architecture and Planning, permanent scientific staff before in ENEA and then at the National Institute for Environmental Research (ISPRA). Since 2010 he holds a position of Director within the Italian Ministry of Education, Universities and Research: for five years at the Office for the internationalization of research and since 2015 at the Office for the internationalization of higher education. In the last 25 years he never ceased his research activities in the fields of environment, energy and sustainable development at IUAV University, Venice International University, the Italian National Research Council (CNR), the National Oceanographic & Atmospheric Administration (NOAA), University of Massachusetts, Sapienza University, and Cambridge University (UK) as Visiting Academic and Researcher at the Dept. of Geography and the Cambridge Centre for Landscape and People (CCLP).

**Fabrizio Cumo** è professore associato di Fisica tecnica ambientale e direttore del CITERA (Centro Interdipartimentale Territorio Edilizia Restauro Ambiente) all'Università Sapienza di Roma; è autore di più di 130 pubblicazioni sulla sostenibilità ambientale ed energetica, oltretutto di 10 libri sulla tecnologia dell'architettura e tematiche energetiche.

**Fabrizio Cumo** is Professor in Environmental Technical Physics at Sapienza University of Rome and Director of the Interdepartmental Centre for Territory, Housing, Heritage and Environment CITERA; he is author of about 130 publications concerning environmental sustainability, energy and environmental engineering, plus 10 books in the field of Energy and Architecture Technology.

**Elisa Pennacchia**, architetto, PhD, docente di Architettura sostenibile del master in Project Management presso l'Università la Sapienza di Roma, dove svolge attività di ricerca sui temi dell'uso efficiente delle risorse e del riuso innovativo dei principali rifiuti solidi urbani come materiale per l'edilizia.

**Elisa Pennacchia**, PhD, is an architect and lecturer of the Project Management Master of the Sapienza University where she carries out researches on reuse and upcycling of municipal waste for zero energy buildings.

Federico Cinquepalmi,  
Fabrizio Cumo, Elisa Pennacchia

**BAT (BEST AVAILABLE TECHNOLOGIES)  
APPLICATE ALLE INFRASTRUTTURE  
COSTIERE SOSTENIBILI**

**BEST AVAILABLE TECHNOLOGIES  
FOR SUSTAINABLE  
COASTAL INFRASTRUCTURES**

**FrancoAngeli**

*In copertina: Impianti di produzione di energia per le isole minori*

Copyright © 2016 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

*L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore. L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni della licenza d'uso dell'opera previste e comunicate sul sito [www.francoangeli.it](http://www.francoangeli.it).*

## *Indice/Index*

<b>Prefazione. La gestione integrata costiera nel Mediterraneo: analisi e prospettive, di Davide Astiaso Garcia</b>	pag.	7
<b>1. Lo sviluppo sostenibile e lo sfruttamento delle energie rinnovabili</b>	»	13
1. Sistemi attivi	»	14
1.1. Impianti fotovoltaici	»	15
1.2. Impianti solari termici	»	19
1.3. Impianti eolici	»	25
<b>2. I materiali</b>	»	27
1. Materiali rinnovabili	»	27
2. Materiali locali	»	29
3. Materiali di riciclo e ri-uso	»	30
<b>3. Modelli progettuali di infrastrutture turistiche costiere sostenibili</b>	»	34
1. Ladispoli e strutture turistico-ricettive di supporto al porto galleggiante	»	34
2. Isola di Favignana e strutture costiere turistico-ricettive di servizio	»	39
<b>Preface. Integrated zonal coasts management: analysis and prospect, by Davide Astiaso Garcia</b>	»	43
<b>1. Sustainable development and renewable energy</b>	»	45
1. Active system	»	45
1.1. Photovoltaic system	»	46
1.2. Solar thermal heating	»	46



<b>2. Materials</b>	pag.	48
1. Renewable materials	»	48
2. Local materials	»	49
3. Recycled and upcycled materials	»	49
<b>3. Models of infrastructure projects tourist sustainable coastal</b>	»	51
1. Ladispoli and tourist structures to support the floating port	»	51
2. Island of Favignana and the tourist coastal eco-friendly infrastructures	»	53
<b>Bibliografia/Bibliography</b>	»	55

## *Prefazione.*

# *La gestione integrata costiera nel Mediterraneo: analisi e prospettive*

*di Davide Astiaso Garcia<sup>1</sup>*

*«Historically, cities have been located on coastlines because there are many transport, food and ecological benefits. Products – and therefore money – traditionally flows into countries through their ports. This has set a precedence for populations to naturally migrate towards coastal areas.»*

*Human Settlements on the Coast,  
United Nations Atlas of the Oceans (Paris 2002)<sup>2</sup>*

Gli studi portati avanti in anni recenti sulle tematiche del cambiamento globale ed al potenziale effetto di quest'ultimo sull'innalzamento del livello dei mari, sia che si voglia sia che non si voglia credere ad una relazione diretta e scientificamente accertabile tra l'innalzamento della temperatura del pianeta e le attività umane, hanno riportato all'attenzione della comunità scientifica globale il tema della protezione ed uso sostenibile delle zone costiere e della loro fondamentale importanza per la civiltà umana come noi oggi la conosciamo.

<sup>1</sup> Chair del comitato promotore del progetto Great Med DIAEE – Dip.to Ingegneri Astronautica Elettrica ed Energetica Sapienza Università di Roma.

<sup>2</sup> Lo *United Nations Atlas of the Oceans* è un progetto multimediale delle Nazioni Unite lanciato in occasione della Giornata mondiale dell'ambiente il 5 giugno 2002, in una cerimonia presso l'UNESCO a Parigi. Si tratta di un portale Internet che contiene informazioni rilevanti per lo sviluppo sostenibile degli oceani. L'iniziativa mira a sostenere l'attuazione del capitolo 17 dell'Agenda 21 delle Nazioni Unite, per quanto riguarda i mari e le coste, adottata al Vertice sulla Terra del 1992. L'Atlante è un progetto congiunto di diverse agenzie delle Nazioni Unite --- la FAO, l'agenzia leader per il progetto, e il CIO dell'UNESCO, l'UNEP, IMO, AIEA e l'OMM, che hanno contribuito con le informazioni sugli oceani legati dalle loro aree di competenza. Il Segretariato della Convenzione sulla Diversità Biologica ha anche aderito al progetto. Le principali agenzie nazionali, come la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) degli Stati Uniti e il Capo Dipartimento della navigazione e Oceanografia della Federazione russa, sono parte del progetto.

Infatti secondo le valutazioni delle Nazioni Unite<sup>3</sup> circa un terzo dell'intera popolazione del nostro pianeta, vale a dire approssimativamente 2 miliardi di persone, vive entro la fascia dei 50 chilometri dalla costa, ed una popolazione ancora più ampia in una fascia ancora più vicina, come ad esempio lungo le coste del Bacino del Mar Mediterraneo.

Se a questa riflessione si associa la constatazione che dal 2010 oltre il 50% della popolazione mondiale vive in area urbana<sup>4</sup>, si comprende molto bene il fatto che ad oggi le tematiche costiere, quelle urbane, e la sfida per lo sviluppo sostenibile, siano fattori oramai inscindibilmente legati tra loro. I dati attuali per l'Italia indicano che oltre il 68% della popolazione del nostro paese vive in un contesto urbano<sup>5</sup>.

Riconoscendo l'importanza sociale, culturale, ambientale ed economica della fascia Costiera, il Congresso degli Stati Uniti d'America, sotto l'impulso dei movimenti di opinione ambientalista della fine degli anni sessanta, approvò fin dal 1972 il Coastal Zone Management Act (CZMA), con la finalità di «...*preservare, proteggere, sviluppare, e laddove possibile restaurare o migliorare lo stato delle risorse delle zone costiere nazionali, per questa e per le future generazioni*»<sup>6</sup>.

Ancora oggi, nonostante siano passati più di trent'anni, il Coastal Zone Management Act (CZMA), rimane una pietra miliare nella storia della protezione ambientale costiera, e lo sforzo fatto all'epoca dai legislatori statunitensi, sia in termini di definizioni sia di obiettivi, resta un esempio davvero notevole di lungimiranza e avvedutezza normativa. In effetti tra le finalità precipue dell'atto di indirizzo federale si sottolinea l'importanza di: «...*incoraggiare ed assistere gli Stati (dell'Unione) ad esercitare effettivamente*

<sup>3</sup> United Nations Atlas for the Oceans: "...il 44% della popolazione mondiale, vale a dire una popolazione superiore a quella dell'intero pianeta nel 1950, vive a circa 150 chilometri dalla costa. Nel 2001 più della metà della popolazione mondiale viveva entro 200 chilometri di una costa. Il tasso di crescita della popolazione nelle zone costiere è in accelerazione e l'aumento del turismo aggiunge alla pressione sull'ambiente. Un esempio di questa crescita incredibile è Casablanca la cui popolazione è salito da 600 nel 1839 a 29.000 nel 1900, ed è oggi di quasi 5 milioni. Gli Stati Uniti hanno chiaramente mappato la loro espansione della popolazione nelle zone costiere, dove circa il 53% della popolazione vive in prossimità della costa e dove, dal 1970, circa 2.000 case al giorno sono state erette nelle zone costiere. Nella sola Cina, dove la popolazione urbana è prevista in aumento di oltre il 125% nei prossimi 25 anni, oltre 400 milioni di abitanti vivono sulla costa.".

<sup>4</sup> Urban and rural areas – 1996 – percentage of population living in urban areas in 1996 and 2030 (Population Division, Dept. of Economic and Social Affairs, United Nations, <http://www.un.org/popin/wdtrends>).

<sup>5</sup> United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2014). World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, CD-ROM Edition.

<sup>6</sup> Coastal Zone Management Act of 1972, Congress of United States of America – As amended through Pub. L. No. 109-58, the Energy Policy Act of 2005.

*le proprie responsabilità sulle aree costiere, attraverso lo sviluppo di programmi di gestione, al fine di conseguire un uso assennato delle risorte terrestri e marine delle zone costiere, dando la piena considerazione ai valori ecologici, culturali storici ed estetici, così come ai bisogni di uno sviluppo economico compatibile...».*

Anche sulla spinta di un atto fondativo così importante a livello internazionale, come appunto l'atto di indirizzo del Congresso americano per la protezione delle coste, nel 1979 sedici nazioni costiere del Mediterraneo, insieme alla allora Comunità europea, decisero di promuovere un trattato internazionale volto alla protezione del Mar Mediterraneo, che prese il Nome di Convenzione di Barcellona, dal nome della città spagnola nella quale il trattato fu adottato dalla conferenza dei Plenipotenziari degli Stati Costieri della Regione Mediterranea.

La Convenzione di Barcellona entrò in vigore il 12 febbraio 1978 e, nella sua forma attuale, emendata nel 1995 si titola esattamente: *Convention for the Protection of the Marine Environment and the Coastal Region of the Mediterranean*<sup>7</sup>. Gli stati costieri del Mediterraneo, e naturalmente l'Italia fra essi, ritennero di dotarsi di un simile strumento legalmente vincolante per la protezione del loro mare, proprio riconoscendo, in accordo con il Programma ambientale delle Nazioni Unite<sup>8</sup>, l'importanza: «...del valore economico, sociale, culturale ed in termini di salute umana, dell'ambiente marino dell'area del Mar Mediterraneo.» ed avendo per conseguenza ben chiara: «...la loro responsabilità di preservare e sviluppare in modo sostenibile tale eredità comune per il beneficio e il godimento delle generazioni presenti e future.».

Dal 1972 ad oggi la protezione della fascia costiera, secondo i principi dello sviluppo sostenibile ha continuato a crescere d'importanza nell'agenda internazionale, e ad oggi il *Millennium Ecosystem Assessment*<sup>9</sup> delle Nazioni

<sup>7</sup> Titolo originale della convenzione era: *Convention for the Protection of the Marine Environment and the Coastal Region of the Mediterranean*, adottata il 16 febbraio 1976 a Barcellona. Entrata in vigore il 12 febbraio 1978. L'Italia l'ha ratificata con la legge 25 gennaio 1979, n. 30: "Ratifica ed esecuzione della convenzione sulla salvaguardia del mar Mediterraneo dall'inquinamento, con due protocolli e relativi allegati, adottata a Barcellona il 16 febbraio 1976."

<sup>8</sup> Il Programma ambientale delle Nazioni Unite (United Nations Environmental Programme - UNEP) è un'organizzazione internazionale che opera dal 1972 contro gli effetti dei cambiamenti climatici a favore della tutela dell'ambiente e dell'uso sostenibile delle risorse naturali a livello globale.

<sup>9</sup> Il Millennium Ecosystem Assessment, è un progetto di ricerca delle Nazioni Unite, guidato dall'UNEP, finalizzato all'identificazione dei cambiamenti dell'ecosistema globale, cercando al contempo di sviluppare i possibili scenari futuri, sulla base delle proiezioni dei cambiamenti stessi. Il progetto è iniziato nel 2001 con un budget di 24 milioni di dollari. Il progetto ha coinvolto oltre un migliaio di esperti scientifici di tutto Mondo, portando alla pubblicazione

Unite ha individuato 7 convenzioni a carattere globale e 76 convenzioni internazionali, con tale finalità<sup>10</sup>.

I paesi costieri del Mediterraneo hanno una popolazione valutata dalle Nazioni Unite di quasi 500 milioni di abitanti, con la prospettiva di raggiungere i 520 milioni entro il 2025. Di questi, circa 150 milioni di abitanti vivono sulle sue coste, lungo uno sviluppo complessivo di poco più di 46,000 km, senza contare la pressione antropica conseguente ai circa 170 milioni di turisti, che visitano ogni anno le sponde del Mediterraneo. Questa spaventosa concentrazione demografica si concentra prevalentemente su circa il 40 per cento delle sue coste, considerato davvero utilizzabile per le attività umane. Con un tasso di urbanizzazione pari a circa il 65%, che si stima dovrebbe raggiungere il 72% nel 2025, la popolazione dei paesi rivieraschi del Mediterraneo si concentra ogni giorno di più nella fascia zona costiera<sup>11</sup>.

del primo rapporto nel 2005. I risultati pubblicati nel 2005 dopo quattro anni di lavoro e il coinvolgimento di più di mille esperti e scienziati di quasi tutto il mondo, hanno affermato che il mondo sta degradando le proprie risorse naturali, evidenziando che le conseguenze di questa degradazione cresceranno in maniera significativa nei prossimi 50 anni.

<sup>10</sup> Il Millennium Ecosystem Assessment ha identificato un considerevole numero di accordi internazionali che hanno una rilevanza rispetto alle zone costiere. I principali sono i seguenti:

- United Nations Convention on the Law of the Sea;
- UN Regional Seas and Action Plans;
- Global Programme of Action for the Protection of the Marine Environment from Land-based Activities;
- Jakarta Mandate on the Conservation and Sustainable Use of Marine and Coast Biological Diversity;
- Ramsar Convention on Wetlands of International Importance;
- Capitolo 17 of Agenda 21;
- Paragrafo 29 del World Summit on Sustainable Development – Plan of Implementation.

Oltre a questi, sono stati censiti 76 strumenti internazionali di pianificazione costiera di rilevanza degna di nota. La conservazione della Diversità biologica e l'uso sostenibile delle sue risorse sono tra i principali obiettivi della Convenzione per la Diversità Biologica (CBD).

<sup>11</sup> United Nations Mediterranean Action Plan, (MAP II) Tunisi 1994.

**United Nations**  
**Population Division**  
**Department of Economic and Social Affairs**

**World Urbanization Prospects: The 2014 Revision**  
**Population of Urban and Rural Areas at Mid-Year (thousands) and Percentage Urban**

POP/DB/WUP/Rev.2014/1/F01  
 June 2014 - Copyright © 2014 by United Nations. All rights reserved  
 s. Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2014). World Urbanization Prospects: The 2014 Revision

Index	Area, Regione o Paese	Note	Codice	Popolazione urbana e rurale (migliaia) 2014			
				Area urbana	Area rurale	Totale	Perc. Urbana
46	Algeria		12	28 002	11 927	39 929	70,1
47	Egypt		818	35 914	47 473	83 387	43,1
48	Libya		434	4 900	1 353	6 253	78,4
49	Morocco		504	19 995	13 498	33 493	59,7
51	Tunisia		788	7 409	3 708	11 117	66,6
120	Cyprus		196	773	380	1 153	67,0
123	Israel		376	7 202	620	7 822	92,1
126	Lebanon		422	4 354	612	4 966	87,7
127	State of Palestine	11	275	3 328	1 108	4 436	75,0
131	Syrian Arab Republic		760	12 588	9 398	21 987	57,3
132	Turkey		792	55 279	20 559	75 837	72,9
162	Albania		8	1 797	1 389	3 185	56,4
164	Bosnia and Herzegovina		70	1 515	2 310	3 825	39,6
165	Croatia		191	2 506	1 766	4 272	58,7
166	Gibraltar		292	29	0	29	100,0
167	Greece		300	8 644	2 484	11 128	77,7
168	Holy See	16	336	1	0	1	100,0
169	Italy		380	42 029	19 041	61 070	68,8
170	Malta		470	410	20	430	95,3
171	Montenegro		499	397	225	622	63,8
173	San Marino		674	30	2	32	94,2
175	Slovenia		705	1 031	1 044	2 076	49,7
176	Spain	18	724	37 349	9 717	47 066	79,4
181	France		250	51 253	13 388	64 641	79,3
185	Monaco		492	38	0	38	100,0
<b>Totale regione mediterraneo</b>				<b>326 774</b>	<b>162 022</b>	<b>488 796</b>	<b>66,8</b>

Fig. 1 – Evoluzione del fenomeno di urbanizzazione mondiale/ Evolution of world urbanization

Al contempo, il bacino del Mediterraneo è considerato uno dei 25 *biodiversity hotspots*, cioè una delle 25 aree al mondo con maggior tasso di biodiversità. Difatti, nonostante occupi solo lo 0,8% della superficie marina globale, il mar Mediterraneo ospita tra il 7 e l'8% delle specie marine conosciute, tra cui molte specie endemiche, non presenti cioè in altre aree del pianeta. Anche le zone costiere del Mediterraneo sono contraddistinte da simili livelli di biodiversità.

La necessità per la comunità scientifica di studiare tali fenomeni, al fine di fornire ai *decision makers*, strumenti innovativi per la salvaguardia della biodiversità e per garantire lo sviluppo sostenibile, diventa oramai, a fronte dei numeri citati, una necessità imprescindibile, e il presente libro è volto appunto in tale direzione. Nel particolare, è stato realizzato nell'ambito del progetto internazionale GREAT Med “*Generating a Risk and Ecological Analysis Toolkit for the Mediterranean*”, capitanato da due Dipartimenti della Sapienza Università di Roma, quello di Ingegneria Astronautica Elet-

trica ed Energetica (DIAEE) e quello di Biologia Ambientale, teso alla conservazione della biodiversità, al monitoraggio ambientale e alla mitigazione degli impatti connessi alle attività antropiche nelle aree costiere del Mediterraneo. Le attività del progetto, della durata di due anni, hanno beneficiato del finanziamento della Comunità Europea nell'ambito del Programma di cooperazione transfrontaliera "ENPI CBC Bacino del Mediterraneo". Grazie al lavoro congiunto di un team multidisciplinare di università e centri di ricerca provenienti da Italia, Francia, Tunisia e Libano, il progetto si occupa di monitoraggio e nuove strategie per una gestione costiera integrata del Mediterraneo, basata sull'integrazione di dati ambientali, provenienti dal monitoraggio della biodiversità costiera, con analisi di rischio e valutazioni di impatto ambientale. Il Progetto, mira infatti all'elaborazione di nuovi strumenti, metodologie, tecniche e strategie per la conservazione delle aree marino-costiere, stimando e prevenendo i rischi connessi alle attività antropiche e promuovendo nel contempo una fruibilità sostenibile delle stesse aree.

Una cosa è certa in ogni caso: la sfida per il miglioramento della qualità della vita per le popolazioni del Mediterraneo, e in ultima analisi anche della Pace, si vincerà nel prossimo futuro, solamente risolvendo i conflitti diretti o indiretti che si originano sulle aree costiere del nostro Mare, trasformandolo con metodologie e ricerche innovative in un laboratorio mondiale per lo sviluppo sostenibile.

## *1. Lo sviluppo sostenibile e lo sfruttamento delle energie rinnovabili*

La sostenibilità è il principio base del nuovo modo di progettare ispirato ai principi della bioarchitettura per il contenimento dei consumi energetici e degli impatti ambientali e rappresenta un'assunzione di responsabilità sociale.

La definizione di sviluppo sostenibile più diffusa è quella fornita nel 1987 nel rapporto Bründtland secondo il quale è “quello sviluppo che permette alle generazioni presenti di soddisfare i propri bisogni senza compromettere la possibilità per le generazioni future di soddisfare i propri”. Ciò comporta la necessità di coniugare tre dimensioni dello sviluppo fondamentali e inscindibili: ambientale, economica e sociale.

Progettare in modo responsabile costituisce un passo decisivo per limitare la velocità con cui viene dissipata l'energia utile, le risorse materiali sfruttate per le costruzioni e più in generale gli impatti che il processo edilizio provoca sull'ambiente.

Il settore edilizio è infatti responsabile circa del 40% del consumo energetico mondiale, di 1/3 dell'inquinamento generato e di una produzione di rifiuti pari al 40%; questi dati impongono una sensibilità e un'attenzione maggiore nei confronti dell'ambiente senza per questo impedire la fruibilità e il comfort dei luoghi di maggiore attrattività turistica, come le coste del Mediterraneo.

Il perseguimento della sostenibilità degli interventi edilizi è possibile attraverso l'individuazione di alcuni obiettivi principali e sotto-obiettivi:

- scelta del sito: esposizione, orientamento, preesistenze;
- consumo di risorse: di acqua, di energia, di materie prime;
- carichi ambientali complessivi: emissioni in acqua aria e suolo, produzione di rifiuti, uso del suolo;
- qualità dell'ambiente interno: comfort acustico, termico e visivo, salubrità degli ambienti.



È impensabile progettare un edificio senza tener conto del luogo in cui verrà inserito: studio del soleggiamento e orientamento sono importanti per garantire un'illuminazione e una ventilazione naturale, soluzione questa che permette di limitare il ricorso eccessivo all'impiantistica e conseguentemente dell'energia.

Numerose sono le attuali tecnologie e best practice che consentono di ridurre gli impatti ambientali dell'intero ciclo di vita dell'edificio. Tra queste sicuramente giocano un ruolo da protagonista le energie rinnovabili ovvero quelle fonti di energia non esauribili in tempi "umani" come ad esempio quella solare ed eolica. Esse rappresentano un tassello fondamentale per quella che viene definita green economy, un'opportunità importante considerata sempre più a livello internazionale per la ripresa economica.

La scelta dei materiali è un altro passo da non sottovalutare: innumerevoli sono le tipologie presenti sul mercato ma l'opzione materiali locali per di più naturali o provenienti da processi di riuso, è sempre la più ecocompatibile.

Realizzare nuovi ambienti costruiti oggi significa dunque perseguire obiettivi di qualità dalla fase di programmazione/progettazione a quella di gestione dell'edificio, qualsiasi sia la sua destinazione d'uso.

## **1. Sistemi attivi**

Le politiche energetiche nazionali ed europee attuali mirano ad una riduzione dei consumi energetici e all'abbattimento delle emissioni climalteranti, in particolare modo attraverso la riduzione dell'impiego di combustibili fossili.

Le tematiche del cambiamento globale legato agli impatti prodotti dalle attività umane, coinvolgono necessariamente il settore edilizio: l'edificio non deve essere più concepito come un elemento passivo che assorbe enormi quantità di energia, ma piuttosto come un mezzo di produzione diretta di quest'ultima, impiegabile in loco e/o a distanza, attraverso una rete di distribuzione, per poter soddisfare il fabbisogno energetico.

La progettazione di edifici ambientalmente sostenibili può essere ottenuta mediante due opzioni complementari:

- sistemi solari passivi attraverso l'applicazione dei criteri bioclimatici;
- sistemi solari attivi attraverso lo sfruttamento delle fonti rinnovabili con una tecnologia impiantistica.

Le principali fonti rinnovabili utilizzabili efficacemente e con il minimo impatto ambientale sono quella solare ed eolica. La radiazione solare viene trasformata in energia elettrica e in calore per il riscaldamento dell'acqua

sanitaria, grazie all'impiego rispettivamente dei pannelli solari fotovoltaici e di quelli termici. Il microeolico costituisce il mezzo per trasformare la forza del vento in energia elettrica, con dimensioni ridotte e con un conseguente impatto visivo limitato.

## ***1.1 Impianti fotovoltaici***

La produzione di un chilowattora elettrico mediante combustibili fossili comporta l'emissione in atmosfera di circa 0,5 kg di CO<sub>2</sub>; con l'impiego del fotovoltaico si evita quindi la produzione di tale inquinante, principale responsabile dell'effetto serra.

Il rendimento di un impianto fotovoltaico è influenzato dalle condizioni climatiche e dalla latitudine del luogo in cui viene installato: nel bacino del Mediterraneo l'irraggiamento medio annuale varia dai 3,6 a 6,5 kWh/m<sup>2</sup>/giorno. In posizioni geografiche favorevoli è possibile produrre più di 2.000 kWh di energia elettrica da ogni m<sup>2</sup> di superficie fotovoltaica, che equivale a più di 1,5 barili di petrolio per m<sup>2</sup>.

L'elemento base di un impianto fotovoltaico è la "cella", una piccola lastra di materiale semiconduttore costituita generalmente da silicio che opportunamente trattata, che genera una piccola differenza di potenziale tra la superficie superiore (-) drogata con fosforo e quella inferiore (+) drogata con boro. La radiazione solare incidente sulla cella consente di mettere in movimento gli elettroni presenti nel materiale, generando uno spostamento dal lato negativo a quello positivo, producendo in questo modo una corrente continua. La cella fotovoltaica ha solitamente una superficie compresa tra i 100 e i 225 cm<sup>2</sup> e uno spessore di 0,3 mm. Esse vengono unite tra loro a formare un modulo che a sua volta è collegato in serie ad altri moduli costituendo una stringa; quest'ultima è collegata in parallelo ad altre analoghe. L'aggregazione di più stringhe costituisce il campo fotovoltaico o generatore.

Un sistema fotovoltaico oltre al generatore è costituito da un sistema di condizionamento e controllo della potenza e da un eventuale accumulatore di energia, oltre a una struttura di sostegno.

Gli attuali pannelli fotovoltaici presenti sul mercato si possono classificare in due grandi categorie: i pannelli fotovoltaici con celle solari di silicio cristallino che rappresentano circa il 90% di quelli presenti nel mondo (monocristallino e policristallino) e i pannelli fotovoltaici con celle solari a film sottile (TFSC).

## **Fotovoltaico con celle solari di silicio monocristallino**

### **Crystalline panels**

#### **Materiale – Material**

Silicio cristallino.

Crystalline silicon

#### **Aspetto – Shape**

Cella di colore scuro, quasi nero, uniforme con gli angoli smussati e presenta dei rombi bianchi tra una cella e l'altra.

Dark colour cell, with white rhombus between cells.

#### **Diffusione – Diffusion**

Rappresentano circa il 50 % dei pannelli in silicio cristallino.

50 % of PV panels

#### **Rendimento – Efficiency**

13-20 %

#### **Vantaggi – Advantages**

Dato l'elevato tasso di rendimento sono i più efficienti sul mercato.

Richiedono una minore quantità di spazio per ottenere una capacità desiderata rispetto agli altri tipi.

Tendono a durare più a lungo.

Funzionano meglio di un pannello solare policristallino classificato nella stessa categoria a condizioni di minor intensità solare e a temperature inferiori.

High efficiency. Lower installation space. High durability, Good efficiency with low temperature and insulation

#### **Svantaggi – Disadvantages**

Sono i più costosi a causa dello spreco significativo di silicio in fase di produzione (processo Czochralski).

Se il pannello è parzialmente coperto da ombra, sporco o neve, l'intero circuito è interrotto.

Quando la temperatura aumenta, il tasso di conversione elettrica diminuisce.

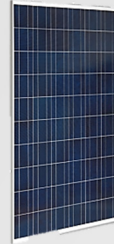
Expensive due to higher silicon use, lower efficiency when temperature grows

#### **Costo orientativo – Costs**

300 €/m<sup>2</sup>



## **Fotovoltaico con celle solari di silicio policristallino** **Policrystalline pv panels**



### **Materiale -Material**

Silicio cristallino.

Crystalline silicon.

### **Aspetto – Shape**

Ha una cella di colore blu non uniforme o a chiazze, di forma quadrata e non sono presenti zone romboidali bianche tra le celle.

Non uniform blue cells, without white rhombus between cells

### **Diffusione – Diffusion**

Rappresentano circa il 45 % dei pannelli in silicio cristallino.

45 % of PV panels.

### **Rendimento – Efficiency**

11-14 %

### **Vantaggi- Advantages**

Presentano un minor costo dal momento che i “wafer” di silicio sono già quadrati e vi è quindi un minor spreco.

Hanno una tolleranza al calore superiore a quelli realizzati in silicio monocristallino.

Tendono ad aver risultati migliori rispetto ai monocristallini quando impiegati ad alte temperature.

Tecnologia in costante miglioramento: tra non molto i policristallini si avvicineranno ai tassi di rendimento dei monocristallini.

Inexpensive due to the reduced silicon waste. Higher efficiency at higher temperatures. Technology under development

### **Svantaggi – Disadvantages**

Non sono efficienti come quelli monocristallini poiché il silicio è meno puro e di conseguenza è necessario coprire una superficie maggiore per produrre la stessa potenza elettrica.

Lower efficiency in comparison with crystalline panels.

### **Costo orientativo – Costs**

250 €/m<sup>2</sup>

## **Fotovoltaico con celle solari di silicio amorfo** **Amorphous silicon pv panels**

### **Materiale – Material**

Film sottile di silicio amorfo.

Thin film of amorphous silicon.

### **Aspetto – Shape**

Colorazione scura uniforme, tendente al grigio, di tutto il pannello.

Dark grey panel colour.

### **Diffusione – Diffusion**

Rappresentano circa il 5 % del mercato fotovoltaico.

5% of PV panels.

### **Rendimento – Efficiency**

5-9%

### **Vantaggi – Advantages**

Utilizzano minori quantità di silicio rispetto a ambedue i pannelli mono e policristallini. Sono più economiche di quelle in silicio cristallino poiché il processo di produzione che si utilizza è relativamente semplice e richiede solo piccole quantità di silicio. I moduli possono essere resi flessibili: per esempio possono essere posizionati su superfici curve. Offrono prestazioni migliori in condizioni di luce peggiori e reagiscono meglio in casi di copertura parziale, come sotto ombra, sporcizia e neve rispetto ai pannelli cristallini.

Inexpensive due to the reduced silicon waste. Higher efficiency at low solar power conditions. Panels should be flexible working on curvy surfaces.

### **Svantaggi – Disadvantage**

Non durano così a lungo come quelli mono-e policristallini.

Dopo alcuni mesi dall'installazione, i moduli subiscono un brusco calo di efficienza, pari circa al 20%, per il restante periodo di vita utile del modulo, il rendimento si mantiene intorno all'80% o poco meno, della potenza nominale.

Sono molto più pesanti.

Low durability. 20% drop in efficiency after few months. Heavy weight.

### **Costo orientativo – Costs**

180 €/m<sup>2</sup>



## *1.2 Impianti solari termici*

Per la produzione annuale di circa 3.000 kWh termici per il riscaldamento dell'acqua sanitaria, necessaria a soddisfare il fabbisogno di una famiglia di 3/4 persone, utilizzando combustibili fossili si ha un'emissione in atmosfera di circa 4 tonnellate di CO<sub>2</sub> l'anno; per poter compensare tale impatto ambientale sarebbe necessario piantare 500 alberi.

I pannelli solari consentono di produrre acqua calda sanitaria senza alcuna emissione di CO<sub>2</sub> né di altri inquinanti atmosferici come ad esempio ossidi di azoto e di zolfo e polveri; essi possono essere impiegati anche ad integrazione del tradizionale impianto di riscaldamento con ulteriori riduzioni delle emissioni del 30%.

L'impianto è costituito da un radiatore in grado di assorbire il calore dai raggi solari e di trasferirlo al serbatoio di acqua. L'elemento base è costituito da un corpo metallico nero assorbente nel quale scorre un fluido e da una copertura selettiva trasparente sulla parte esposta al sole.

La radiazione solare ad onde corte attraversa il vetro del collettore e riscalda la piastra metallica captante che trasferisce il calore assorbito alle tubazioni presenti internamente che convogliano l'acqua riscaldata ad un serbatoio di accumulo che ne consente poi l'utilizzo.

La circolazione dell'acqua dal serbatoio al rubinetto può essere realizzata in modo naturale o forzata; in quest'ultimo caso al pannello solare termico viene integrata una pompa con alimentazione elettrica.

Un pannello impiega mediamente 10 ore per riscaldare l'acqua del serbatoio, ma tale periodo è fortemente variabile in base a diversi fattori tra cui l'esposizione solare, la latitudine, le condizioni meteorologiche e la stagione.

I collettori consentono di sfruttare l'irraggiamento solare per produrre acqua calda ad una temperatura tra i 38-45°C. Il rendimento è mediamente pari a 80/130 litri/giorno per ogni m<sup>2</sup> installato; il consumo giornaliero a persona è di circa 30-50 litri, quindi mediamente si installano 0,5 m<sup>2</sup> a persona.

## **Collettore non isolato** **Not insulated collector**

### **Fluido termovettore – Fluid**

Solo acqua poiché in presenza di basse temperature non si ha trasferimento di calore al fluido.

Water.

### **Captatore – Type of collector**

La superficie stessa dello scambiatore funge da captatore.

Heat exchanger surface.

### **Scambiatore – Heat exchanger**

Tubi paralleli in polipropilene nero non selettivo raccordati alle due estremità da collettori.

Parallel polypropylene pipes with lateral collectors.

### **Schermo anteriore – Frontal protection**

Assente.

None.

### **Isolante posteriore – Rear insulation**

La superficie di appoggio provvede ad un parziale isolamento termico.

The support surface insulate the pipes.

### **Specchi – Mirror system**

Assenti.

None.

### **Vantaggi – Vantages**

Molto economico in virtù della semplicità costruttiva; agevole installazione su superfici idonee; esente da corrosione.

Inexpensive, easy installation, no corrosion.

### **Svantaggi – Disadvantages**

Bassa durata per il naturale deterioramento del polipropilene sotto l'effetto degli UV; l'efficienza diminuisce con il vento.

Low duration, low efficiency when windy.

### **Intervallo del fattore solare di applicazione – Solar factor application range**

- 0.01 → 0.015.

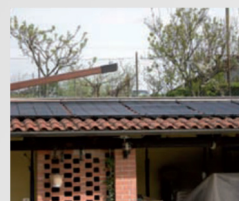
### **Applicazioni – Applications**

In strutture ricettive ed in residenze ad uso estivo.

DHW production in summer.

### **Costo orientativo – costs**

60 €/m<sup>2</sup>



## **Collettore piano non vetrato**

### **Plane collector no glass**

#### **Fluido termovettore – Fluid**

Acqua oppure miscela di acqua e glicole in presenza di pericolo di gelo.

Water or mix of water and glycol.

#### **Captatore – Type of collector**

La superficie stessa dello scambiatore funge da captatore.

#### **Scambiatore – Heat exchanger**

È costituito di due piastre di acciaio inox stampate e saldate tra loro in modo da formare i canali di transito del fluido.

#### **Schermo anteriore – Frontal protection**

Assente.

None.

#### **Isolante posteriore – Rear insulation**

Materassino isolante posteriore.

Rear mineral wool insulation.

#### **Specchi – Mirror system**

Assenti.

None.

#### **Vantaggi – Advantages**

Elevatissima efficienza a bassa temperatura.

High efficiency at low temperature.

#### **Svantaggi – Disadvantages**

Bassa pressione di esercizio per la modesta resistenza meccanica delle saldature tra le piastre.

Low working pressure.

#### **Intervallo del fattore solare di applicazione – Solar factor application range**

- 0.01 → 0.05

#### **Applicazioni – Applications**

Preriscaldamento dell'acqua calda sanitaria; a bassa temperatura in strutture ricettive ed in residenze ad uso estivo.

DHW natural circulation; T between 10-80°C.

#### **Costo orientativo – Costs**

100 €/m<sup>2</sup>.





## **Collettore piano vetrato a piastre** **Glass plate plane collector**



### **Fluido termovettore – Fluid**

Acqua oppure miscela di acqua e glicole in presenza di pericolo di gelo.

Water or mix of water and glycol.

### **Captatore – Type of collector**

La superficie stessa dello scambiatore funge da captatore.

Heat exchanger surface.

### **Scambiatore – Heat exchanger**

È costituito di due piastre di acciaio stampate e saldate tra loro in modo da formare i canali di transito del fluido.

Printed steel plates welded together.

### **Schermo anteriore – Frontal protection**

Copertura in vetro piano o calotta in plexiglass.

Flat glass cover.

### **Isolante posteriore – Rear insulation**

Materassino isolante posteriore e/o laterale.

Rear mineral wool insulation.

### **Specchi – Mirror system**

Assenti.

None.

### **Vantaggi – Advantages**

Economico. Elevate efficienze a bassa temperatura. Possibilità di integrazione nell'edificio.

High efficiency at low temperatures.

### **Svantaggi – Disadvantages**

Bassa pressione di esercizio per la modesta resistenza meccanica delle saldature tra le piastre. Moderata diminuzione delle prestazioni in presenza di vento.

Low working pressure.

### **Intervallo del fattore solare di applicazione – Solar factor application range**

0 → 0.08.

### **Applicazioni – Applications**

Acqua calda sanitaria circolazione naturale; T tra 10-80°C.

DHW natural circulation; T between 10-80°C.

### **Costo orientativo – Costs**

200 €/m<sup>2</sup>.

## **Collettori piani vetrati a tubi** **Glass pipe plane collector**

### **Fluido termovettore – Fluid**

Acqua oppure miscela di acqua e glicole in presenza di pericolo di gelo.

Water or mix of water and glycol.

### **Captatore – Type of collecto**

Piastra piana o strisce in alluminio o rame.

Steel or Copper plates.

### **Scambiatore – Heat exchanger**

Tubi in rame in parallelo raccordati alle due estremità da collettori o a serpentino o a meandro. La giunzione tra tubo e piastra captante è realizzata mediante saldatura per piastre in rame o compressione meccanica per quelle in alluminio.

Copper tubes in parallel with lateral collectors.

### **Schermo anteriore – Frontal protection**

Copertura in vetro piano, raramente calotta in plexiglass.

Flat glass cover.

### **Isolante posteriore – Rear insulation**

Materassino isolante posteriore ed eventualmente laterale con eventuale barriera alle radiazioni infrarosse.

Rear mineral wool insulation.

### **Specchi – Wirror system**

Assenti.

None.

### **Vantaggi – Advantages**

Economico. Elevata durata. Possibili elevate pressioni di esercizio.

Inexpensive. High durability. High working pressure.

### **Svantaggi – Disadvantages**

Moderata diminuzione delle prestazioni in presenza di vento.

Low efficiency when windy

### **Intervallo del fattore solare di applicazione – Solar factor application range**

0 —> 0.1.

### **Applicazioni – Applications**

Tutte con temperature di captazione comprese tra 10-95°C.

Hot watre production; T between 10-95° C.

### **Costo orientativo – Costs**

250 €/m<sup>2</sup>



## **Collettori a tubi evacuati a piastra captante** **Heat pipe plate collector**



### **Fluido termovettore – Fluid**

Primario: liquido-vapore saturo. Secondario: acqua, miscela di acqua e glicole oppure olio diatermico.

Primary circuit liquid-saturated vapour. Secondary circuit: water or mix of water and glycol.

### **Captatore – Type of collector**

Piastra in rame con finitura superficiale selettiva.

Copper plates.

### **Scambiatore – Heat exchanger**

Tubi in rame.

Copper pipes.

### **Schermo anteriore – Frontal protection**

Tubo in vetro.

Glass pipes.

### **Isolante posteriore – Rear insulation**

Vuoto.

Vacuum.

### **Specchi – Myrror system**

Assenti.

None.

### **Vantaggi – Advantages**

Elevata efficienza ad alta temperatura; poco sensibile al vento.

High efficiency at high temperatures; no wind influence.

### **Svantaggi – Disadvantages**

Basso rapporto superficie assorbente.

Low absorbing surface ratio.

### **Intervallo del fattore solare di applicazione – Solar factor application range**

0.05 —> 0.25

### **Applicazioni – Applications**

Tutte con temperature di captazione comprese tra i 60-150°C.

T between 60-150° C.

### **Costo orientativo – Costs**

700 €/m<sup>2</sup>.

### ***1.3 Impianti eolici***

Nel contesto europeo e internazionale di incentivazione alla produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili si trova il sistema di autoproduzione legata allo sfruttamento del vento. Per produrre energia elettrica è necessario avere un vento costante a partire dai 5 m/s; quest'ultimo costituisce un vincolo che seleziona già a monte le zone che possono avvalersi di questo tipo di energia.

Un impianto eolico si compone principalmente di

- una navicella nella quale sono contenuti generatore, moltiplicatori di giri, freni, attuatori del “pitchcontrol” e del “yawcontrol”;
- un rotore costituito pale, mozzo, albero lento e meccanismo del “pitchcontrol”;
- una torre di sostegno che oltre a tenere in posizione la macchina, assorbe le vibrazioni provenienti dalla navicella evitando che le stesse vadano troppo a scaricarsi sul basamento e sulle fondazioni.

Gli impianti eolici si differenziano in base alla potenza del generatore nelle seguenti categorie:

- macchine di piccola taglia tra 1 e 200 kW, con un diametro del rotore compreso tra 1-20 m e una torre alta tra i 10 e i 30 m;
- macchine di media taglia tra i 200 e 800 kW con diametro del rotore compreso tra 20-50 m e una torre alta tra i 30 e i 50 m;
- macchine di grande taglia oltre i 1.000 kW con diametro del rotore compreso tra 55-90 m e una torre alta tra i 60 e i 120 m.

Un'ulteriore classificazione riguarda l'orientamento dell'asse di rotazione della pala eolica che può essere orizzontale o verticale.

Per far fronte alla limitazione della costanza della direzione del vento e della elevata velocità necessaria per la produzione di energia elettrica da fonte eolica, requisiti solitamente non presenti in aree urbanizzate, esistono prototipi di macchine microeoliche con tubo Venturi montato intorno al rotore; il sistema permette da un lato di amplificare la potenza del vento, dall'altro di orientarsi automaticamente in asse con la direzione del vento prevalente. Sulla superficie superiore del tubo Venturi possono anche essere montati pannelli fotovoltaici.

## **Impianto microeolico con generatore ad asse verticale e a posizionamento variabile**

### **Micro wind system with vertical axis and variable positioning**

#### **Potenza – Power**

3 kW + 3 kW di fotovoltaico sulla copertura.

4 kW + 3 kW of PV panels on the turbine cover.

#### **Dimensioni – Dimensions**

Altezza rotore 2m, diametro rotore: 3,2 m.

Height rotor 2m, diameter: 3,2 m.

#### **Vantaggi – Advantages**

La velocità del vento aumenta progressivamente al restringersi della sezione, in particolare si ha la massima velocità in corrispondenza della sezione occupata dal generatore. maggiore potenza elettrica erogata rispetto alle tecnologie tradizionali a parità di velocità del vento.

Le superfici di copertura della canalizzazione può inoltre essere sfruttata per installare un eventuale impianto fotovoltaico.

Sistema pensato per installazioni all'interno di aree di particolare valore dal punto di vista ambientale come ad esempio parchi e zone protette.

High power due to the increased wind velocity in the restricted section.

The cover surface should host photovoltaic panels.

The system is designed for high natural value zones as natural protected areas.

#### **Applicazioni – Applications**

Vento con direzione variabile a partire da 4 m/s.

Variable wind direction; starting from a speed wind of 4 m/s.

#### **Costo orientativo – Costs**

5000 €/kW.



## *2. I materiali*

Il ciclo di vita di un edificio inizia con l'estrazione, il trasporto e la lavorazione delle materie prime, continua con il trasporto e la posa in opera dei materiali, quindi la costruzione, l'utilizzo e la manutenzione e la dismissione finale.

I materiali definiti sostenibili consentono di tenere sotto controllo il dispendio di risorse durante tutto il ciclo di vita dell'edificio: ad esempio il progettista dovrà scegliere materiali prodotti in prossimità del luogo di costruzione, e quelli che riescano a minimizzare le necessità energetiche dell'edificio durante il suo utilizzo, ad esempio impiegando materiali isolanti che diminuiscono i costi di climatizzazione. Un altro passo importante nella progettazione di un edificio a basso impatto ambientale, è la previsione della dismissione futura dell'edificio: per questo è bene scegliere materiali che si possono riciclare o riutilizzare e prediligere tecniche costruttive a secco che consentono una demolizione selettiva dell'edificio e un conseguente recupero di materiale.

### **1. Materiali rinnovabili**

Il settore edile, nei paesi dell'Unione Europea, contribuisce in media per il 12% circa alla formazione del prodotto interno lordo, ma sfrutta risorse non rinnovabili e di conseguenza produce impatti ambientali.

Per materiali rinnovabili si intendono quei prodotti costituiti (totalmente o parzialmente) da materie prime di origine vegetale o animale, che possono essere rigenerate al termine di ogni ciclo produttivo e di consumo, entro determinati tassi di sfruttamento.

La quantità assoluta della risorsa rinnovabile detta stock, come ad esempio il numero degli alberi di un bosco, resta immutata nel tempo quando il

tasso di sfruttamento, o consumo, è uguale al tasso di rigenerazione naturale della risorsa. Il flusso indica le quantità consumate e rigenerate della risorsa; nel caso degli alberi è il numero di quelli tagliati e di quelli piantati in un anno nello stesso bosco.



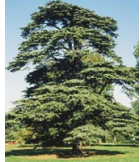

Un eccessivo sfruttamento può provocare la trasformazione di alcune risorse rinnovabili in esauribili. Alcuni esempi di materiali rinnovabili facilmente reperibili ed usati diffusamente in aria mediterranea sono il legno, il bambù, il giunco.





Il legno grazie alle sue proprietà è perfetto per le strutture portanti, mentre il suo piacevole aspetto lo rende adatto anche ai rivestimenti esterni (pareti, pavimenti, tetti).

Il bambù, noto anche come “l'acciaio vegetale”, è da sempre utilizzato per la costruzione di architetture “spontanee” low cost, grazie alla sua facilità di coltivazione e di lavorazione, inoltre la sua elevata resistenza, rispetto ad un peso tutto sommato esiguo, lo rende un ottimo materiale costruttivo. Il giunco, anche se raramente usato per funzioni strutturali, è un ottimo materiale di rivestimento (tetti, pareti).

Si riportano di seguito le principali essenze di legno diffuse tra i paesi del Mediterraneo, impiegati nel settore delle costruzioni e dell'arredamento.

Tab. 1 – Principali tipologie di legno/Main types of wood

<i>Albero-Tree</i>	<i>Habitat</i>	<i>Tipologia e caratteristiche/Type and characteristics</i>
Castagno Chestnut 	Asia Minore e Mediterraneo orientale.  Asia Minor East and Med- iterraneum Near East.	Legno duro. Ha venature sottili, fibre solitamente diritte e una spiccata nodosità. Di colore grigio-rosato chiaro, che dopo la lavorazione assume tonalità che variano dal bianco-giallo al rossastro.  Hardwood, frequent knots, thin vanatures. Color pinkish grey. 
Cedro del Libano Lebanon Cedran 	Anatolia meri- dionale, Siria,  Turchia Sud- Occidentale.  Southern Ana- tolia, Syria, Southwestern Turkey.	Legno resinoso. Durezza piuttosto bassa, durabilità moderata e modesta resistenza all'urto.  Softwood, low durability, low hardness and modest impact resistance. 

<p>Pino d'Aleppo Aleppo Pine</p>	<p>Coste del Mediterraneo medio-Orientale.</p>	<p>Legno resinoso, duro, non molto pregiato. Il legno, formato da alburno chiaro e durame bruno rossastro, è resistente e durevole.</p>
	<p>Middle east Mediterranean Coasts.</p>	<p>Softwood, good hardness and durability.</p> 
<p>Pino marittimo Maritime pine</p>	<p>Coste dal Mediterraneo all'Atlantico</p>	<p>Legno resinoso. Tenero, profumato, resistente alle intemperie, di colore bianco-rossiccio.</p>
	<p>Mediterranean coasts to Atlantic</p>	<p>Softwood, soft and scented, colour white.</p> 

## 2. Materiali locali

L'uso di materiali locali per le costruzioni fa parte di quella tendenza che cerca di ridurre gli impatti delle costruzioni sull'ambiente e per cui si sono studiate le tradizionali tecniche costruttive.

La ri-scoperta e la ri-diffusione di questi materiali parte proprio dalla consapevolezza che utilizzare materiali presenti sul luogo diminuisce notevolmente le spesa globali di costruzione. In questo modo si abbassano i costi economici ed ambientali (in termini di emissioni di CO<sub>2</sub>) di trasporto del materiale, si aiutano le imprese locali e si valorizza il patrimonio storico e culturale esistente, tenendo viva la memoria del passato.

Materiali locali, infatti, non sono solo quelli prodotti localmente, ma sono anche quelli legati al luogo: materiali reperibili facilmente e tradizionalmente utilizzati dalla popolazione nelle architetture spontanee, che generalmente rispondono alle esigenze climatiche del luogo.

Ovviamente questi sono solo alcuni esempi, per una progettazione sostenibile andrà di volta in volta studiato il luogo per comprendere quali sono le possibilità esistenti per quanto riguarda la scelta dei materiali.



### 3. Materiali di riciclo e di ri-uso

I rifiuti costituiscono un problema che caratterizza la società attuale, considerati sinonimo di inquinamento ambientale e oltraggio al decoro urbano; essi possono assumere valore di merce proponendosi sul mercato con un'ingente offerta e costituire una scelta sostenibile per il settore edile.

Il termine inglese *upcycle* indica il riuso creativo dei rifiuti in quanto si attribuisce una nuova funzione ad un oggetto che ne risulta ormai privo, minimizzando l'impatto ambientale che provocherebbe se venisse dismesso e consentendo il risparmio di nuove risorse. Il concetto di riuso presenta quindi una distinzione importante dal processo di *recycle*: quest'ultimo implica una serie di lavorazioni, con relativi costi in termini economici e ambientali, per la trasformazione dei materiali di scarto in nuovi prodotti da immettere nel mercato.


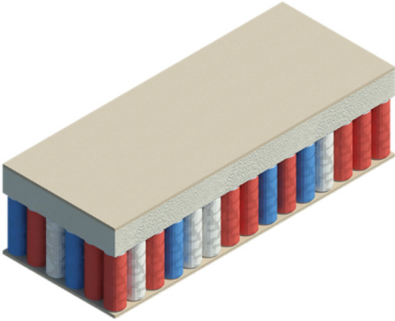
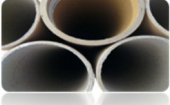

Il riuso in edilizia è una pratica interessante ed innovativa che contribuisce alla gestione virtuosa dei rifiuti e permette un aumento notevole della sostenibilità dei materiali edili senza comprometterne le prestazioni termiche e fisiche.


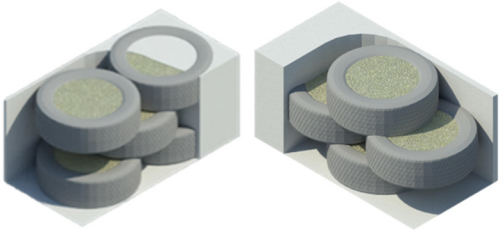

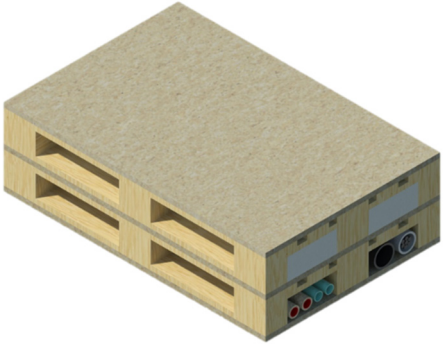
La progettazione di componenti edili basata sul riuso dei RSU (rifiuti solidi urbani) richiede il rispetto di alcuni principi fondamentali della sostenibilità ambientale:


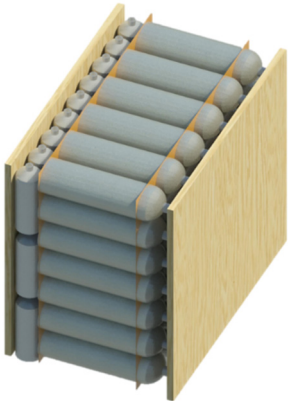
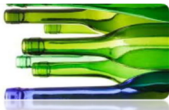
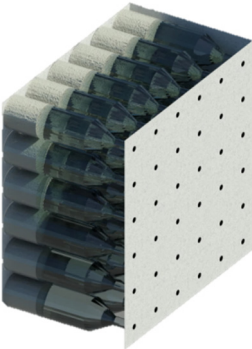
- facile reperibilità nelle vicinanze del luogo in cui vengono prodotti i vari componenti e dove verranno utilizzati;
- pre-fabbricabilità per minimizzare l'impatto ambientale dovuto alla produzione del componente, ai tempi di posa e alle fasi di cantiere;
- assemblaggio a secco importante nella fase di dismissione dell'edificio e di smaltimento dei componenti, che saranno facilmente inseriti nel processo di riciclo.

Le potenzialità del riuso dei rifiuti edilizi e urbani per la produzione di componenti, si evince essenzialmente dai numeri forniti dal rapporto redatto dall'International Solid Waste Association, secondo il quale attualmente nel mondo vengono prodotti annualmente circa 4 miliardi di tonnellate di rifiuti.

Sulla base di precedenti esperienze edilizie a livello internazionale nell'uso di rifiuti nel settore delle costruzioni, si può focalizzare l'attenzione essenzialmente su sei categorie di materiali ampiamente oggetto già di raccolta differenziata e riciclo quali l'alluminio, la carta e il cartone, la gomma, il legno, la plastica e il vetro.

<i>Materiale</i>	<i>Impiego</i>	<i>Prestazioni</i>
<p>Alluminio Alluminium</p> 	<p>Solaio alleggerito – Lighetned slab</p> <p>Modulo composto da 90 lattine con dimensioni 100,7x40,4 cm e h 20 cm, su cui si sovrappone uno strato di isolante di 8 cm di spessore.</p> <p>The module consists of 90 cans – dimensions 100,7 x 40,4 cm, height 20 cm and 8cm of insulation.</p> 	<p>Trasmittanza – <i>U</i> value: 0,19 W/mK</p> <p>Peso – weight: 1,26 kg</p> <p>Costo parametrico – average cost: 62,5 €/m<sup>2</sup></p>
<p>Cartone Cardboard</p> 	<p>Tamponatura – Cladding system</p> <p>Modulo composto da 20 tubi di cartone disposti su 2 file: 8 con diametro da 16 cm contenenti terra cruda e 12 con diametro 8 cm materiale isolante.</p> <p>The module consists of 20 tubes – dimensions 128 x 32 cm and height 100 cm.</p> 	<p>Trasmittanza -<i>U</i> value: 0,18 W/mK</p> <p>Massa frontale – <i>Mass front</i>: 292 kg/m<sup>2</sup></p> <p>Peso – <i>weight</i>: 60 kg</p> <p>Costo parametrico – <i>average cost</i>: 77 €/m<sup>2</sup></p>

<p>Gomma Rubber</p> 	<p>Tamponatura – Cladding system</p> <p>Modulo maschio composto da 4 pneumatici e modulo femmina composto da 5 pneumatici, ognuno dei quali contenente materiale isolante.</p> <p>Male module consists of 4 tires and female module with 5 tires– total width of about 123 cm and height 55,5 cm.</p> 	<p>Trasmittanza <i>U value:</i> 0,15 W/mK</p> <p>Massa frontale <i>Mass front:</i> 166 kg/m<sup>2</sup></p> <p>Peso m. maschio <i>Weight 4 tyres:</i> 44,15 kg</p> <p>Peso m. femmina <i>Weight 5 tyres:</i> 55,15 kg</p> <p>Costo parametrico <i>Verage cost:</i> 27 €/m<sup>2</sup></p>
<p>Legno Wood</p> 	<p>Tamponatura – Cladding system</p> <p>Modulo composto da due pallet EUR: 120 x 80 x 12,5h cm. All'interno di un bancale è posizionato il materiale isolante e nell'altro è previsto l'alloggiamento degli impianti.</p> <p>The module consists of 2 EUR pallet size of 120 x 80 cm and height 14 cm.</p> 	<p>Trasmittanza <i>U value:</i> 0,26 W/mK</p> <p>Massa frontale <i>Mass front:</i> 95,25 kg/m<sup>2</sup></p> <p>Peso <i>Weight:</i> 50 kg</p> <p>Costo parametrico – <i>average cost:</i> 50 €/m<sup>2</sup></p>

<p>Plastica</p> <p>Plastic</p> 	<p>Tamponatura – Cladding system</p> <p>Modulo composto da 49 bottiglie da 1,5 l contenenti materiale inerte e 27 bottiglie da 0,5 l contenenti isolante, con dimensioni <math>l</math> 0,60 m x <math>p</math> 0,40 m e <math>h</math> 0,64 m.</p> <p>The module consists of 49 bottles of 1,5 liters and 27 bottles of 0,5 liters – dimension 60 x 40 cm and height 64 cm.</p> 	<p>Trasmittanza <i>U value:</i> 0,20 W/mK</p> <p>Massa frontale <i>Mass front:</i> 451,5 kg/m<sup>2</sup></p> <p>Peso <i>Weight:</i> 133 kg</p> <p>Costo parametrico <i>Average cost:</i> 95 €/m<sup>2</sup></p>
<p>Vetro</p> <p>Glass</p> 	<p>Tamponatura – Cladding system</p> <p>Modulo composto da 21 bottiglie da 0,75 l contenenti materiale isolante e annegate nella malta, con dimensioni <math>l</math> 0,30 m x <math>p</math> 0,33 m e <math>h</math> 0,64 m.</p> <p>The module consists of 21 bottles of 0,75 liters, dimension 30 x 33 cm and height 64 cm.</p> 	<p>Trasmittanza <i>U value:</i> 0,26 W/mK</p> <p>Massa frontale <i>Mass front:</i> 92,92 kg/m<sup>2</sup></p> <p>Peso <i>Weight:</i> 65 kg</p> <p>Costo parametrico <i>Average cost:</i> 25 €/m<sup>2</sup></p>

### *3. Modelli progettuali di infrastrutture turistiche costiere sostenibili*

L'Organizzazione Mondiale del Turismo fornisce la seguente definizione di sviluppo turistico sostenibile: “soddisfa le esigenze attuali dei turisti e delle regioni di accoglienza, tutelando al con-tempo e migliorando le prospettive per il futuro. Lo sviluppo turistico sostenibile deve integrare la gestione di tutte le risorse in modo tale che le esigenze economiche, sociali ed estetiche possano essere soddisfatte, mantenendo allo stesso tempo l'integrità culturale, i processi ecologici essenziali, la diversità biologica ed i sistemi viventi”. L'OMT dichiara inoltre che “garantire la sostenibilità del turismo implica il gestire gli impatti ambientali e socioeconomici, stabilendo indicatori ambientali e mantenendo la qualità dei prodotti e dei mercati turistici”.

I modelli progettuali di seguito riportati sono ispirati a tale filosofia, integrata con le tematiche inerenti al riuso dei principali rifiuti solidi urbani in ambito edilizio.

#### **1. Ladispoli e strutture turistico-ricettive di supporto al porto galleggiante**

Ladispoli è una comune costiera di circa 41.000 abitanti, che gode di una posizione strategica dal punto di vista turistico in quanto è ubicata approssimativamente a 30 km sia da Civitavecchia che da Roma, a cui è ben collegata da una rete ferroviaria regionale e interregionale e dalle autolinee C.O.T.R.A.L.



*Fig. 1 – Confini amministrativi del comune di Ladispoli/Administrative boundaries of the municipality of Ladispoli*

Ladispoli rientra pienamente nella parte meridionale dell'Etruria ed è perciò un territorio ricco di storia e di testimonianze rappresentate dalla presenza di necropoli, ville romane e castelli, antichi tracciati e casali, monumenti storici.

È nel 1888 che nasce Ladispoli (città di Ladislao) per volere del Principe Ladislao Odescalchi che cede una parte della tenuta di Palo compresa tra i fossi Vaccina e Sanguinara, per dar vita ad una nuova stazione balneare nella sua Signoria. Un piccolo villaggio di pescatori che in poco più di un secolo si è trasformato in una moderna città turistica.

Da ottobre del 2014 Ladispoli è uno dei comuni firmatari del protocollo d'intesa che ha come obiettivo la promozione delle ricchezze storiche e naturalistiche dell'Etruria Meridionale.

Si è pensato di intervenire in quest'area in quanto, nonostante la ricchezza storico-archeologica e naturalistica, non vi sono sufficienti infrastrutture costiere turistiche.

Il progetto di questo caso studio riguarda la realizzazione di strutture ambientalmente sostenibili a servizio di un futuro porto galleggiante, ubicato in un'area particolarmente sensibile in quanto vicina a una ZPS- Zona di Protezione Speciale "Monumento Naturale Palude di Torre Flavia" e a un Monumento Storico emblema della città di Ladispoli da cui l'area protetta prende il nome.



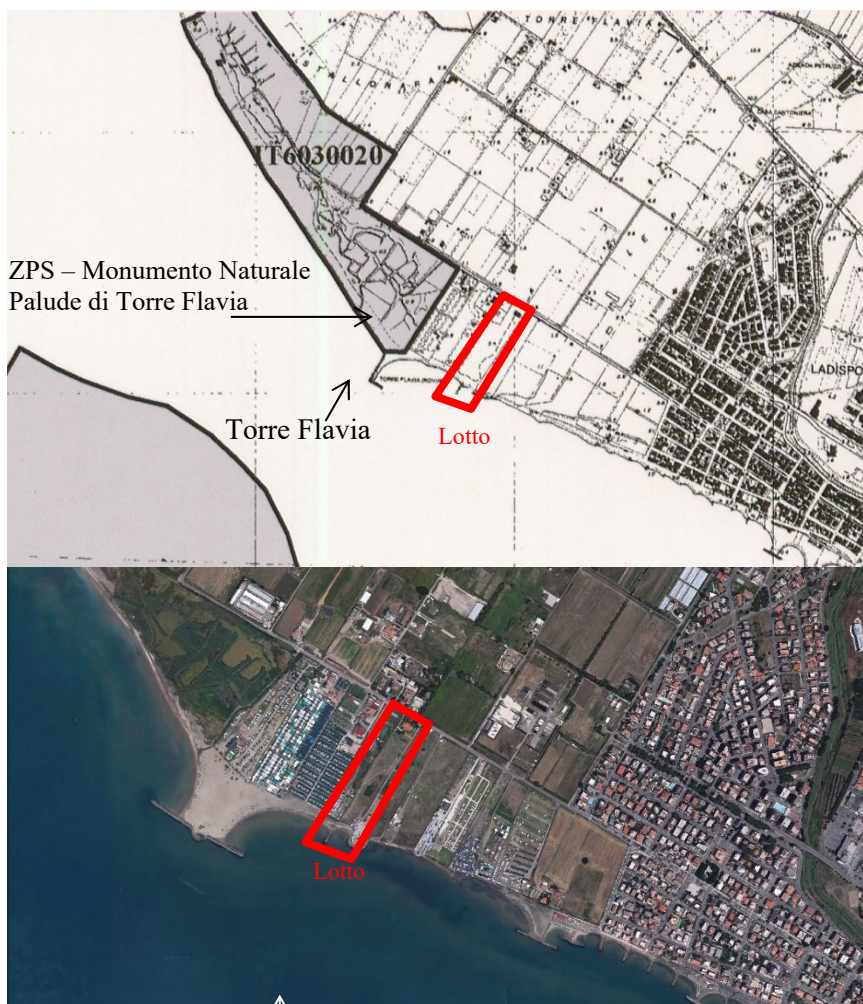


Fig. 2 – Lotto oggetto d'intervento/Intervention area

Il lotto accoglierà un'area parcheggio, bagni con docce e un chiosco ristoro e infopoint.

Il primo è ombreggiato da alberi fotovoltaici composti ognuno da sei foglie che producono 12 kW<sup>1</sup>; questo impianto consente di offrire la ricarica ad auto e biciclette elettriche e l'illuminazione dell'intero parco.

Lungo i percorsi sono state inserite delle panchine dotate nella parte superiore di pannelli solari in grado di produrre l'energia utile per ricaricare dispositivi elettronici come computer portatili, tablet e smartphone.

<sup>1</sup> Gli alberi inseriti nel progetto sono 7 per un totale di circa 88 kW.

Per ridurre l'impatto ambientale dell'intervento per l'edilizia di servizio si è scelta una struttura modulare composta quasi interamente da pallet di legno, assemblati a secco con giunzioni metalliche; tali bancali sono stati impiegati per la realizzazione di tamponature esterne e interne oltre che per la pedana su cui poggia l'intera struttura, senza essere fondata. I pallet utilizzati per le pareti esterne sono doppi per assicurare l'inserimento di materiale isolante in uno, e l'alloggiamento degli impianti idrici ed elettrici nell'altro. Due pannelli OSB consentono la chiusura del componente sia verso l'interno della struttura che verso l'esterno; il pannello OSB che costituirà la facciata esterna del componente edilizio è impermeabilizzato per assicurare una buona resistenza agli agenti atmosferici.

Le strutture che ospitano i servizi igienici hanno ognuna una superficie di 16 mq e comprende due bagni simmetrici tra loro; ognuna di esse è fornita di due docce esterne utilizzabili nel periodo estivo. Sulla copertura di ogni blocco bagno è previsto un collettore solare per garantire la produzione dell'acqua calda sanitaria in modo autonomo<sup>2</sup>.

Il chiosco ha una dimensione di circa 250 mq comprendenti: una zona per la preparazione dei cibi, un magazzino per la merce, uno spogliatoio e un bagno per i dipendenti e due per i fruitori. Per rendere tale struttura maggiormente sostenibile è stata inserita una pompa geotermica con sonde orizzontali in grado di produrre 20kW.

Con l'utilizzo dei pallet possono essere realizzate inoltre delle piccole piscine di acqua dolce, usufruibili sia di giorno che di sera grazie all'illuminazione a led.

Tutti gli impianti impiegati, dagli alberi fotovoltaici nell'area parcheggio alla pompa di calore geotermica con sonde orizzontali per il chiosco, producono un totale di 110 kW, dei quali solo il 20% è necessario per i consumi dell'area progettata.

L'obiettivo è di trasferire al porto galleggiante l'energia prodotta rimanente, utilizzabile per l'ormeggio delle 700 barche previste. Il vantaggio di tale trasferimento di energia è duplice: permette infatti di evitare l'impatto ambientale dovuto all'installazione nei pressi dell'area portuale di una centrale ad hoc per il porto che, anche se basata su tecniche cogenerative di ultima generazione, altera in maniera significativa il microclima nell'area vasta intorno alla centrale stessa. Inoltre, cosa maggiormente importante, l'elettrificazione della banchina del porto permette l'imposizione dello spegnimento dei motori dei natanti, che sono a tutt'oggi alimentati da combustibili ad alto tenore di zolfo e di conseguenza fortemente inquinanti.

<sup>2</sup> Il collettore solare inserito in copertura produce 250 litri di acqua calda al giorno per un totale di 1500 litri di acqua giornalieri per tutti i bagni.





Fig. 3 – Progetto di tesi di laurea di Elisa Patruno. Relatore Prof. Fabrizio Cumo e correlatore Arch. Elisa Pennacchia/phd project by Elisa Patruno

## 2. Isola di Favignana e strutture costiere turistico-ricettive di servizio

La maggiore delle isole Egadi a sud dell'arcipelago, a nove miglia a largo della costa di Trapani, soprannominata la grande farfalla sul mare dal pittore Salvatore Fiume per la sua particolare morfologia, Favignana è la regina delle Tonnare, l'isola dei venti e delle capre.

L'isola è nota per la vecchia industria conserviera del pesce, ex stabilimento della Tonnara Florio, acquistata nel 1874 dai Pallavicino di Genova, per la somma di lire 2.700.000, che costituì ricchezza per la popolazione; essa è stata ristrutturata nel settembre 2009 dalla Regione Sicilia ed aperta al pubblico dall'Agosto 2010, ed ospita il Museo del Mare. Famoso anche il palazzo Florio progettato da Giuseppe Damiani Almeyda (1834-1911) residenza estiva dell'antica famiglia, ed ora proprietà del Comune.

Il centro abitato era un piccolo borgo medievale difeso dal forte San Giacomo allo stesso livello delle case, e dal forte di Santa Catarina nel punto più alto dell'isola, attualmente raggiungibile dalla lunga scalinata anche nelle ore notturne. Il paesaggio è caratterizzato da muretti a secco che delimitano le varie proprietà e dai numerosi giardini ipogei, antiche cave di tufo, da tempo in disuso, che ospitano orti e piante varie. Un altro elemento tipico sono le profonde e vecchie cave di tufo, le pirrere, dove si notano ancora i segni dei lunghi lavori manuali eseguiti con antichi attrezzi per estrarre i bianchissimi blocchi di tufo detti cantuni, che venivano caricati a bordo delle imbarcazioni, grazie ai numerosi scivoli a mare presenti tuttora nella parte orientale.

La macchia mediterranea è protagonista di vaste estensioni con cardi, fichidindia, agavi, conferendo al paesaggio un fascino unico.

Favignana è tra le poche isole del Mediterraneo in cui l'accesso alla maggior parte delle sue coste è possibile da terra; si susseguono circa 33 km lineari di baie, spiagge sabbiose o di ciottoli e calette, ma anche di scogli a volte confortevoli perché piatti su cui è possibile sdraiarsi e godere del sole.

Sono tre le principali mete turistiche balneari, Cala Rotonda, Grotta Perciata e Punta sottile.

La prima è situata sulla costa occidentale dell'isola, caratterizzata da un particolare arco di pietra modellato dal vento e dalla salsedine denominato Arco di Ulisse, da rocce affioranti e da una spiaggia di grossa granulometria mista a ciottoli e rocce. È un'area raggiungibile sia via terra che via mare. Cala Rotonda è inoltre ideale per fare snorkeling ed è adatta a tutti. È una delle cale più protette dai venti grazie alla sua particolare forma rotonda ed è molto suggestiva, soprattutto per gli imponenti scogli che si immergono nel mare ed assumono le forme più strane. Alle estremità rocciose della

spiaggia si possono ammirare branchi di pesci multicolore ed un'incredibile flora marina.

Nel dialetto favignanese “perciata” vuol dire bucata, termine che delinea perfettamente la grotta che si protrae su un cordone di rocce basse, in grado di accogliere coloro che amano prendere il sole distesi sulla pietra liscia scaldata dal sole. Il mare penetra sotto un ponte di roccia naturale ricomparendo in uno specchio d'acqua a cielo aperto. Sono presenti alcune discese graduali che la rendono accessibile a tutti.

Punta sottile, conosciuta per gli splendidi tramonti di un sole che va a morire nel mare dietro al faro che si staglia all'orizzonte, è caratterizzata dal susseguirsi di calette e piccole insenature ideali per gli amanti dello snorkeling, con due spiaggette di ciottoli adatte anche a famiglie con bambini. È raggiungibile in auto, bici o scooter grazie ad una comoda strada asfaltata.

Tre sono le mete principali e più amate da numerosi turisti ma prive di qualsiasi servizio: Punta Sottile, Cala Rotonda e Grotta Perciata. Da qui si è sviluppata l'esigenza di trovare una soluzione ecocompatibile per conservare l'unicità naturalistica e al tempo stesso offrire una ricettività all'altezza degli ospiti.

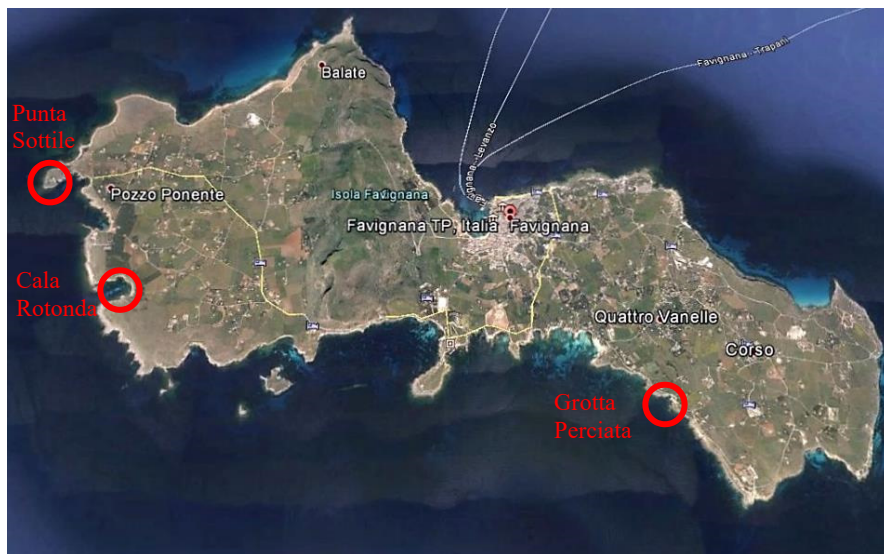


Fig. 4 – Isola di Favignana/Island of Favignana

Il progetto riguarda un infopoint e servizio di ristoro turistico all'interno di un'area naturale marina protetta dove, per la tutela della biodiversità, è vietata la edificazione. Per rispondere a questa esigenza si è scelta una struttura modulare “temporanea” composta quasi interamente di bancali o pallet

di legno assemblati a secco; tali bancali sono stati impiegati per la realizzazione di tamponature esterne e interne oltre che per la pedana su cui poggia l'intera struttura, senza essere fondata. La struttura può essere montata nel periodo estivo e smontata nel periodo invernale: in tal caso i pallet utilizzati per le pareti esterne sono privi di isolante e sono dotati di un pannello OSB per la chiusura verso l'esterno. L'intercapedine presente nei bancali consente l'alloggiamento degli impianti idrici ed elettrici.

Il chiosco progettato può rimanere aperto tutto l'anno grazie a una parete mobile che consente di chiudere la struttura riscaldata con pavimento radiante; in questo caso si prevede l'utilizzo di un doppio pallet per assicurare l'inserimento di materiale isolante in uno, e l'alloggiamento degli impianti idrici ed elettrici nell'altro. Due pannelli OSB consentono la chiusura del componente sia verso l'interno della struttura che verso l'esterno; il pannello OSB che costituirà la facciata esterna del componente edilizio è impermeabilizzato per assicurare una buona resistenza agli agenti atmosferici.

Sulla copertura in corrispondenza di ogni blocco bagno è previsto un collettore solare per garantire la produzione dell'acqua calda sanitaria in modo autonomo

Il riscaldamento invernale è garantito da pannelli radianti a pavimento alimentati da un microgeneratore a gas. In estate i pannelli fotovoltaici in copertura forniscono il 70% dell'energia elettrica necessaria al funzionamento della struttura.

Gli arredi provengono dal riuso di altri materiali: bobine in legno per i cavi elettrici e tubi di cartone impermeabilizzati sono usati come tavoli, pneumatici impilati e cassetine per la frutta per la realizzazione di contenitori per la raccolta differenziata dei rifiuti, i pallet come sedute.



*Fig. 5 – Fotoinserimento di una struttura turistico-ricettiva basata sul riuso del pallet/Project in island of Favignana*





*Fig. 6 – Configurazione A: chiosco ristoro e infopoint aperto nel periodo estivo/Summer configuration by Chiara Pinto*



*Fig. 7 – Configurazione B: chiosco ristoro e infopoint riscaldato nel periodo invernale/Winter configuration by Chiara Pinto*

# *Preface*

## *Integrated zonal coasts management: analysis and prospect*

*by Davide Astiaso Garcia<sup>1</sup>*

*«Historically, cities have been located on coastlines because there are many transport, food and ecological benefits. Products – and therefore money – traditionally flows into countries through their ports. This has set a precedence for populations to naturally migrate towards coastal areas.»*

*Human Settlements on the Coast,  
United Nations Atlas of the Oceans (Paris 2002)<sup>2</sup>*

Studies carried out in recent years on issues of global change and the potential effect of the latter on raising sea levels, have brought to the attention of the global scientific community the issue of protection and sustainable use of coastal zones and their fundamental importance to human civilization as we know it today.

In fact, according to estimates of the United Nations about a third of the entire population of our planet, ie approximately 2 billion people, live within the range of 50 kilometers from the coast, and an even larger population in an even closer range, such as along the coast of the Mediterranean Sea Basin (Fig. 1 – Evolution of world urbanization, pag. 11).

The coastal countries of the Mediterranean have a population estimated by the United Nations of almost 500 million inhabitants, with a view to reach 520 million by 2025. Of these, about 150 million people living on Mediterranean shore, along a total length of just more than 46.000 km, without considering the human pressure resulting in about 170 million tourists who visit

<sup>1</sup> Chair of the organizing committee of the project Med Great DIAEE – Dip.to Engineers Astro-nautical Electrical and Energy Sapienza University of Rome.

<sup>2</sup> The United Nations Atlas of the Oceans is a multimedia project of the United Nations launched on World Environment Day, June 5, 2002, in a ce-mony at UNESCO in Paris.

each year shores of the Mediterranean. This frightening demographic concentration focuses mainly on about 40 percent of its coastline, considered very usable for human activities. With an urbanization rate of about 65%, which is estimated to reach 72% in 2025, the population of the countries bordering the Mediterranean focuses more each day in the coastal area band.

The need for the scientific community to study these phenomena, in order to provide for decision makers, innovative tools to safeguard biodiversity and to ensure sustainable development, becomes now, in the face of the listed numbers, an absolute necessity, and the present project it is aimed precisely in this direction.

One thing is certain in any case: the challenge to improve the quality of life for the peoples of the Mediterranean, and in the final analysis even of Peace, will be win in the near future, only solving the direct or indirect conflicts that arise in coastal areas, turning with innovative methods and research in a global laboratory for sustainable development.

## *1. Sustainable development and renewable energy*

Sustainability is the basic principle of the new way of designing, based on the theory of bio-architecture to reduce energy consumption and environmental impacts; moreover in this definition there is even an assumption of social care. This is a decisive step to limit the rate of energy waste and building material resources, and more generally to restrict the impacts of construction activities on the environment.

The building sector is in fact responsible for about 40% of world energy consumption, for about 1/3 of pollution generated and of 40% of waste production; these data require a greater sensitivity and attention to the environment with no limitation of utilization of most tourist attractive places like the Mediterranean coasts.

### **1. Active system**

Active heating systems technology absorb, store, and release energy from renewable sources and require additional components. The renewal rate of renewable sources is comparable, if not superior, to their usage rate and they can be: solar, wind, hydric, and geothermic. Other viable sources of energy include the ones produced by the tides, the movement of the waves, and by the biomass of the sea such as wood and organic materials.

For this project only systems with a low environmental impact and the least amount of additional components will be taken into consideration.



## ***1.1 Photovoltaic system***

Photovoltaic technology (PV system) transforms solar radiation into direct current electricity by means of the photovoltaic effect. It works by exploiting the properties of semiconductors such as silicon, integrating them in connected panels, that are then able to produce electricity when coming into contact with solar radiation. It does not require the use of any other fuels. There are three types of photovoltaic systems: off-grid, grid-connected, and hybrid.

“Off-grid”, or “stand alone” systems, are not connected to the electricity grid but draw power directly from battery banks in which they store the energy they produced. The advantage of this type of system is that buildings do not have to be directly connected to the distribution grid. In this way the building can remain independent and “isolated”.

“Grid-connected” systems are connected to the existing power distribution grid.

“Hybrid systems” are connected to the power grid and at the same time use accumulated solar power. When the accumulated power runs out, a control unit will switch it over to the power grid.

Solar panels currently available on the market can be classified into two main categories: multicrystalline or monocrystalline silicon solar cells, making up 90% of the current worldwide production, and thin film solar cells (TFSC). (Technical specifications of photovoltaic systems, pag. 16-18)

## ***1.2 Solar thermal heating***

Solar panels absorb, store, and release solar energy. This energy can be used to heat water instead of using natural gas fueled boilers. These integration of this system in the buildings have to be carefully design because of the need for a storage tank for the fluid. A fluid runs through a coil inside the solar collector and then to the storage tank.

In open loop systems this fluid is the water itself, making it a simple system, but one with a high rate of heat loss. In a closed loop system the fluid is be a heat-transfer fluid, that warms the water stored in the boiler. This type of system is constituted by a solar panel, a coil placed in the boiler, and connecting tubes. A pump transfers heat from the heat-transfer fluid to the coil in the boiler.

Having more components, the second system is more complex than the first one. It also has a higher power consumption because it requires a pump and a differential controller. It does however, offer a much higher thermal

efficiency since the boiler is placed indoors and therefore it is less vulnerable to heat loss during the night or during bad weather.

Other solar thermal heating systems include one that is similar to the closed loop one described above, but with a storage that gets filled and used only when needed or possible. Another is one that incorporates a solar tracking element that, thanks to its parabolic shape, concentrates the rays of the sun on a thermal conducting fluid. (Technical specifications of solar thermal heating, pag. 20-24)

### ***1.3 Wind turbines***

The wind-made electricity has a focal importance in the European and international context of incentives for the production of electricity from renewable sources. The wind turbine requires a minimum wind speed of about 6 m / s; the latter constitutes a constraint that already selected upstream areas that can benefit from this type of energy.

Wind turbines are categorized in function of the power of the generator as follows:

- small size (1-200 kW), with a rotor diameter of between 1-20 m and a tower height between 10 and 30 m;
- medium size (200-800 kW) with a rotor diameter of between 20-50 m and a tower height between 30 and 50 m;
- large size (over 1.000 kW), with a rotor diameter of between 55-90 m and a tower height between 60 and 120 m.

(Technical specifications of wind turbines, pag. 26)

## 2. Materials

That are two main aspects of the impact that a building has on its environment: the building materials used for its construction, and the resources it will require while in use, such as energy and water. The first factor influences the second, so, in order to keep costs down, this will have to be taken into consideration when choosing building materials.

We choose three materials in the design of coastal infrastructures:

- Renewable materials;
- Local materials;
- Recycled and re-used materials.

### 1. Renewable materials

The construction sector in the European Union, contributes on average for about 12% to the gross domestic product, but, using non-renewable resources, it produces even a severe environmental impacts.

Renewable materials are those products made (totally or partially) from raw materials of vegetable or animal origin, which can be regenerated at the end of each production cycle and consumption, within certain exploitation rates.

The absolute amount of renewable resource – “stock”, such as the number of trees of a forest, remains unchanged over time when the rate of exploitation, or consumption, is equal to the natural regeneration rate of the resource.

The flow indicate the amount consumed and regenerated of the resource; in the case of trees is the number of those cut and those planted in a year in the same wood.

Over-exploitation can cause the transformation of some renewable resources in exhaustible ones. Some examples of readily available renewable

materials as used extensively in Mediterranean area are wood, bamboo, rattan.

The wood, due to its properties is perfect for supporting structures, while its pleasant appearance makes it also suitable for exterior cladding (walls, floors, roofs).

The bamboo, also known as “vegetable steel”, has always been used for the construction of architectures “spontaneous” for low cost, due to its easy cultivation and processing and also its high resistance, that makes it an excellent building material.

The rush, although rarely used for structural functions, is an excellent coating material (roof, walls).

Below are listed the main types of wood spread between the Mediterranean countries, employed in the construction and furniture industry. (Tab. 1 – Main types of wood, pag. 28-29)

## **2. Local materials**

The use of local materials for construction is part of that trend in reducing the impacts of buildings on the environment; that’s why the traditional construction techniques are studied.

The re-discovery and re-diffusion of these materials starts from the realization that the use of local materials greatly decreases the overall expenditure of construction. This will lower the economic and environmental costs (in terms of CO<sub>2</sub> emissions) of the material transport, help local businesses and enhances the existing historical and cultural heritage, keeping alive the memory of the past.

Local materials, in fact, are not only those produced locally, but also those related to the place: readily available materials and traditionally used by the population in the spontaneous architectures, which generally respond to the climatic requirements of the site.

## **3. Recycled and upcycled materials**

Waste is a problem that characterizes modern society, considered synonymous of environmental pollution and outrage to urban decor; waste can take the value of goods on the market establishing a sustainable choice for the construction industry. The English term upcycle indicates the creative reuse as it assigns a new function to an object that is now free, minimizing the

environmental impact that would result if it were decommissioned and allowing savings of new resources. The concept of reuse therefore presents an important distinction from the recycle process: the latter implies a series of processes, with relevant costs in economic and environmental terms, for the processing of waste materials into new products to be placed in the market.

Reuse in construction is an interesting and innovative practice that contributes to the virtuous waste management and allows a considerable increase of the sustainability of construction materials without compromising the thermal and physical performance.

The design of the building components based on the reuse of MSW (municipal solid waste) requires compliance with certain fundamental principles of environmental sustainability:

- readily available near the place where the various components are produced and where it will be used;
- pre-manufacturability to minimize the environmental impact of the production of the component and the construction times.

The potential reuse of building and municipal waste for the production of components, can be seen primarily from the numbers provided by the report prepared by the International Solid Waste Association, according to which nowadays are produced annually about 4 billion tons of waste.

Based on previous international building in the use of waste in the construction industry, it is possible to focus primarily on six categories of materials such as aluminum, paper and cardboard, rubber, wood, plastics and glass. (Technical specifications of building components based on the reuse of MSW, pag. 31-33)

### *3. Models of infrastructure projects tourist sustainable coastal*

The World Tourism Organization provides the following definition of sustainable tourism development “meets the needs of present tourists and host regions while protecting the con-time and enhancing opportunities for the future. Sustainable tourism development must integrate the management of all resources in such a way that economic, social and aesthetic needs can be fulfilled while maintaining cultural integrity, essential ecological processes, biological diversity and living systems”. The MTO also states that “ensuring the sustainability of tourism involves managing the environmental and socio-economic impacts, establishing environmental indicators and maintaining the quality of tourism products and markets”.

The design models described below were inspired by this philosophy, integrated with topics related to the reuse of the main municipal solid waste and building codes.

#### **1. Ladispoli and tourist structures to support the floating port**

Ladispoli is a coastal town of about 41,000 inhabitants. From a tourism point of view it is strategic located as it lays approximately 30 km far from both Civitavecchia and Rome, to which it is well connected by rail, and the regional and interregional bus COTRAL. (Fig. 1 – Administrative boundaries of the municipality of Ladispoli, pag 35)

Ladispoli was part of Southern Etruria, and is therefore an area rich in history. Here we find necropolis, Roman villas, castles, ancient roads and houses, as well as historic monuments. Originally named Alsium, it was first the port of nearby Etruscan Caere, of mythical Pelasgic foundation.

Ladispoli, the city of Ladislao, was founded in 1888 at the behest of Prince Ladislaus Odescalchi that assigned part of his estate of Palo, between the ditches and Vaccina Sanguinara, to create a new beach resort on his lands. It is a small fishing village that, in just over a century, has been transformed into a modern touristic city.

In October 2014, Ladispoli signed an agreement for the promotion of the historical and natural riches of Southern Etruria.

Despite its history, architectural, and natural riches, the tourist infrastructure of this beach resorts are insufficient and a project to supplement them has therefore been design.

The location of this environmentally sustainable structures project for a future port float, will be located in a sensitive area close to a SPA – Special Protection Area "Natural Monument Marsh of Torre Flavia" and a historical landmark, the castle that is the symbol of the city of Ladispoli and after which the protected area is named. (Fig. 2 – Intervention area, pag 36)

The zone will include a parking lot, bathrooms with showers, a refreshment kiosk, and an information desk.

It first is shaded by photovoltaic trees, with six leaves each producing 12 kW. These will provide charging points for electric cars and bicycles, as well as light of the whole park.

To reduce the environmental impact of the service buildings a modular structure will be chosen composed almost entirely of wooden pallets that have been dry assembled with metal joints. These pallets will be used for the external and internal cladding, as well as for the platform on which the whole structure rests without a need for foundations. The pallets used for the exterior walls will be double so that insulating material can be inserted in one, and the the water and electrical systems in the other. Two OSB panels will close the component both in the interior of the structure and on the outside.

These OSB panel will form the outer facade of the building and will be waterproofed to ensure a good weather resistance.

The buildings housing the toilets will each have an area of 16 square meters and will include two bathrooms symmetrical to each other. Each will also be equipped with two outdoor showers for summer use. A solar collector will be placed on the roof of each block bathroom and will heat the water autonomously. The kiosk will be about 250 square meters large and will comprise of an area for food preparation, a storage area, a dressing room, a employees bathroom, and two more for the customers.

Using eight pallets, small fresh water pools can be added, usable both during the day and at night thanks to LED lighting. (Fig. 3 – phd project by Elisa Patruno, pag. 38.)

## 2. Island of Favignana and the tourist coastal eco-friendly infra-structures

Favignana is the largest of the Egadi islands to the South of the archipelago, and is located nine miles off the coast of Trapani. Dubbed the largest butterfly on the sea by the painter Salvatore Fiume for its particular morphology, Favignana is the queen of Tonnare, the island of winds and goats. The island is known for the old fish cannery, the former tuna cannery Florio that was purchased in 1874 by the Pallavicino family of Genoa for the sum of 2.7 million liras, a large sum at the time. In September 2009 it was renovated by the Region of Sicily and in August 2010 it opened to the public as the Museum of the Sea.

Also famous is the Florio Palace designed by Giuseppe Damiani Almeyda (1834-1911). It was first used as a summer house by the Florio family, and now is owned by the city.

The town was a small medieval village defended by the Fort St. James located at street level, and the Fort of Santa Catarina located on the highest point of the island, fort that is currently accessible through a long flight of steps, even at night. The landscape is characterized by stone walls that delineate private properties, the many sinked-in walled gardens, and ancient abandoned quarries now used as vegetable or regular gardens. Another typical feature are the *pirrere*, deep and old tufo quarries, where the signs of manual labor carried out with ancient tools in order are visible. They extracted a very white tufo called *cantuni* that were then loaded on boats thanks to slides that are still standing on the Eastern side. Here numerous Mediterranean plants can be found in large fields, including thistles, prickly pears, agaves, giving the landscape a unique charm.

Favignana is one of the few Mediterranean islands where access to most of its coastline is possible from land. Its coast is about 33 linear km long and consists of bays, sandy or pebbly coves, and also flat cliffs on which it is possible to lie and enjoy the sunshine.

The three main bathing destinations are Cala Rotonda, Grotta Perciata, and Punta Sottile. (Fig. 4 – Island of Favignana, pag 40) The first is located on the West coast of the island and is characterized by a particular stone arch shaped by winds and salt called the Arch of Ulysses, by rocky outcrops, and by a beach of coarse grain size sand mixed with pebbles and rocks. The area can be reached by both land and by sea. Cala Rotonda is also ideal for snorkeling and is suitable for everyone. It is one of the coves most protected from the winds thanks to its round shape. Imposing cliffs that plunge into the sea and take the strangest shapes make it beautiful. At the ends of the rocky



beach schools of multicolored fish and an incredible marine flora can be seen. In the dialect of Favignana “perciata” means punctured, a term that perfectly describes the cave that runs along a line of low rocks, and that is able to accommodate those who like to sunbath on smooth stones heated by the sun. The sea flows under a bridge of natural rock and reappears in a body of water out in the open. Some slops have a small incline, making them accessible to everyone.

Punta Sottile, known for its beautiful sunsets, with the sun disappearing on the horizon behind the lighthouse, is characterized by a succession of small inlets ideal for snorkeling. It also has two pebble beaches that are suitable for families with children. It is reachable by car, bicycle, or scooter thanks to a paved road. Three of the most loved destinations by many tourists are devoid of any services, thus the need to find an environmentally friendly solution to preserve the unique nature of this place and at the same time offer all the needed facilities. The project covers a help desk and restaurant for tourists within the borders of the natural marine protected area where building is prohibited in order to preserve its biodiversity. To meet these restriction, a modular “temporary” structure was chosen, that is almost entirely composed of wooden pallets put together with a dry assembly. These pallets have been employed for the construction of external and internal cladding as well as for the platform on which the whole structure rests without being founded. The structure can be assembled in summer and disassembled in winter. In this case the the pallets used for the exterior walls will not be insulated and will have a OSB panel closing towards the outside. The space between pallets allows the housing of water and electrical systems.

The designed kiosk will be able to remain open year-round thanks to a mobile wall that closes the structure in and thanks to the heated floors. The pallets used for the exterior walls will be double so that insulating material can be inserted in one, and the the water and electrical systems in the other. Two OSB panels will closing the component both in the interior of the structure and on the outside. These OSB panel will form the outer facade of the building and will be waterproofed to ensure a good weather resistance. Winter heating will be provided by heated floors powered by a gas micro-generator. In summer the solar panels on the roof provide 70% of the electricity needed to operate the facility. The furnishings will be made of recycled items. For example electrical cables wooden reels and waterproofed cardboard tubes will used as tables, stacked tires and fruit crates as waste sorting bins, and pallets as seating. (Fig. 5 – Project in island of Favignana, pag. 41; Fig. 6 – Summer configuration, pag. 42; Fig. 7 – Winter configuration, pag. 42).

## Bibliografia/Bibliography

- Brown C., Tompkins K., E. L. Adger, eds. (2002), *Making Waves: Integrating coastal conservation and development*, Earthscan Publications Limited, London.
- Cicin-Sain B., Knecht R., eds. (1998), *Integrated coastal and ocean management: concepts and practices*, Island Press, Washington D.C.
- Crooks S., Turner R.K., eds. (1999), *Integrated coastal management: sustaining estuarine natural resources*, Advances in Ecological Research, 29, 241-289.
- Cumo F., Di Matteo U., Sforzini V., a cura di (2010), *Bioarchitettura. Esperienze di ricerca progettuale in aree di pregio*, Ugo Quintily spa, Roma.
- Cumo F., Di Matteo U., Sforzini V., a cura di (2013), *Sistemi tecnologici per edifici a energia quasi zero*, Società Editrice Esculapio, Bologna.
- Cumo F., Sferra A., Pennacchia E. (2015), *Uso, disuso, riuso. Criteri e modalità per il riuso dei rifiuti come materiale per l'edilizia*, FrancoAngeli Srl, Milano.
- Fedra K., ed. (2008), *Integrated Coastal Zone Management (ICZM)*, Research Publishing Services, Singapore.
- Idrus M.R., ed. (2009), *Hard Habits to Break: Investigating Coastal Resource Utilisations and Management Systems in Sulawesi, Indonesia* Doctor of Philosophy in Environmental Science, University of Canterbury.
- Ioppolo G., Saija G., Salomone R., eds. (2013), *From coastal management to environmental management: The sustainable eco-tourism program for the mid-western coast of Sardinia (Italy)*, Land Use Policy, 31, 460-471.
- Peart R., ed. (2007), *Beyond the Tide: Integrating the management of New Zealand's coasts*, Environmental Defence Society, Auckland.
- Thia-Eng C., ed. (1993), *Essential Elements of Integrated Coastal Zone Management*, Ocean and Coastal Management, 21, 81-108.



Roma, 2 Gennaio 2020

In relazione alla monografia:

*BAT (Best Available Technologies) applicate alle infrastrutture costiere sostenibili. Best Available Technologies for sustainable coastal infrastructures.*

*Franco Angeli, (2016). ISBN: 9788891745484*

si dichiara che:

**Fabrizio Cumo** ha curato quale autore (singolarmente) la seguente parte:

- 1. Lo sviluppo sostenibile e lo sfruttamento delle energie rinnovabili (pp. 13-26)
- 1. Sustainable development and renewable energy (pp. 45-47)

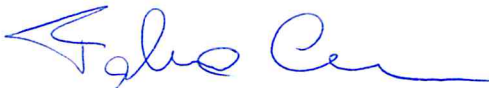
**Federico Cinquepalmi** ha curato quale autore (singolarmente) la seguente parte:

- 2. I materiali (pp. 27-33)
- 2. Materials (pp. 48-50)

**Elisa Pennacchia** ha curato quale autrice (singolarmente) la seguente parte:

- 3. Modelli progettuali di infrastrutture turistiche costiere sostenibili (pp. 34-42)
- 3. Models of infrastructure projects tourist sustainable coastal (pp.51-54)

Fabrizio Cumo



Federico Cinquepalmi



Elisa Pennacchia











Cognome **PENNACCHIA**  
Nome **ELISA**  
nato il **11/02/1988**  
(atto n. **384** P. **1** S. A. **1988**)  
a **ROMA** ( **RM** )  
Cittadinanza **ITALIANA**  
Residenza **LADISPOLI**  
Via **VIA Y. DE BEGNAC 13/C. INT. 5**  
Stato civile **LIBERO**  
Professione **ARCHITETTO**  
CONNOTATI E CONTRASSEGNI SALIENTI  
Statura **170**  
Capelli **CASTANI**  
Occhi **CASTANI**  
Segni particolari **NESSUNO**



Firma del titolare *Elisa Pennacchia*

**Ladispoli 12/08/2014**

Impronta del dito  
indice sinistro

IL SINDACO



Ordine del Sindaco  
Laboratore amministrativo  
*Alessandra Mansueti*