
Federico Cinquepalmi,
Fabrizio Cumo, Elisa Pennacchia

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

**BEST AVAILABLE TECHNOLOGIES
FOR SUSTAINABLE
COASTAL INFRASTRUCTURES**



FrancoAngeli



Informazioni per il lettore

Questo file PDF è una versione gratuita di sole 20 pagine ed è leggibile con



La versione completa dell'e-book (a pagamento) è leggibile con Adobe Digital Editions. Per tutte le informazioni sulle condizioni dei nostri e-book (con quali dispositivi leggerli e quali funzioni sono consentite) consulta [cliccando qui](#) le nostre F.A.Q.



Informazioni per il lettore

Questo file PDF è una versione gratuita di sole 20 pagine ed è leggibile con



La versione completa dell'e-book (a pagamento) è leggibile con Adobe Digital Editions. Per tutte le informazioni sulle condizioni dei nostri e-book (con quali dispositivi leggerli e quali funzioni sono consentite) consulta [cliccando qui](#) le nostre F.A.Q.



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.

Indice/Index

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

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

Prefazione.
*La gestione integrata costiera nel Mediterraneo:
analisi e prospettive*

di Davide Astiaso Garcia¹

«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)²*

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.

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

² 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 Unite³ 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 urbana⁴, 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 urbano⁵.

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*»⁶.

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*

³ 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.".

⁴ 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>).

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

⁶ 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*⁷. 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 Unite⁸, 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*⁹ delle Nazioni

⁷ 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."

⁸ 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.

⁹ 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 finalità¹⁰.

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 costiera¹¹.

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.

¹⁰ 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).

¹¹ 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 2

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
Totale regione mediterraneo				326 774	162 022	488 796	66,8

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 CO₂; 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/m²/giorno. In posizioni geografiche favorevoli è possibile produrre più di 2.000 kWh di energia elettrica da ogni m² di superficie fotovoltaica, che equivale a più di 1,5 barili di petrolio per m².

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 cm² 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 €/m²



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 €/m²

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 €/m²



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 CO₂ 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 CO₂ 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 m² installato; il consumo giornaliero a persona è di circa 30-50 litri, quindi mediamente si installano 0,5 m² a persona.