
Análisis del sistema BIPV en la construcción

GRADO EN ARQUITECTURA TÉCNICA

(MODALIDAD DE DOBLE TITULACIÓN INTERNACIONAL – POLITECNICO DI MILANO)

TRABAJO FIN DE GRADO - CURSO 2019-20

AUTOR: JORDI POZO MOSCARDÓ

TUTOR ACADÉMICO UPV: PEDRO SALINAS MARTÍNEZ



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR
ENGINYERIA
D'EDIFICACIÓ

ETS d'Enginyeria d'Edificació
Universitat Politècnica de València

POLITECNICO DI MILANO



FACOLTÀ DI ARCHITETTURA, URBANISTICA E INGEGNERIA
DELLE COSTRUZIONI

LAUREA TRIENNALE

in Ingegneria Edile e delle Costruzioni

Analisi del sistema BIPV nella costruzione

Candidato:
Jordi Pozo 899645

Anno Accademico 2019/2020

RINGRANZIAMENTI

En especial dar las gracias a mis padres por todo lo que han logrado, si algún día consigo darles a mis hijos la mitad de lo que ellos nos han dado seré feliz, os admiro.

Darle las gracias a mi hermana por estar siempre ahí.

A mi chica, “se podrá perder la vista, pero nunca la mirada”

Y finalmente agradecer a la Universidad Politécnica de Milán y a la Universidad Politécnica de Valencia por hacer fácil estos dos años en esta maravillosa ciudad,
MILÁN

ABSTRACT

Questo elaborato parla sull'integrazione del fotovoltaico negli edifici esponendo alcuni dei parametri più rilevanti durante l'esecuzione e la scelta di un vetro.

Esso espone inoltre alcuni dei progetti che l'Unione europea svolge per analizzare la funzionalità dell'integrazione fotovoltaica negli edifici e analizzare la competitività dei costi correnti sul mercato rispetto ai materiali da costruzione convenzionali.

Infine, alcuni dei progetti realizzati in tutto il mondo sono illustrati fornendo dati sul consumo energetico e studi di fattibilità economica, tenendo conto del rimborso.

INDICE DEI CONTENUTI

INTRODUZIONE	10
1. SISTEMA BIPV	1
1.1. Parametri di BIPV.....	3
2. PROGETTI EUROPEI BIPV	6
2.1. Progetto REELCOOP, generazione energia.....	6
2.2. Progetto BIPVBoost, costo di BIPV	8
3. ESEMPI DI PROGETTI	12
3.1. DUBAI FRAME, Dubai.....	13
3.2. SEDE DI BURSAGAZ, Turkey.....	14
3.3. LUCERNARIO PV BELL WORKS, New Jersey	15
3.4. TWIN CITY TOWER, Bratislava	16
CONCLUSIONE.....	17
BIBLIOGRAFIA	18
REFERENZE IMMAGINI.....	19

INTRODUZIONE

La revisione della direttiva sulle energie rinnovabili è una delle otto proposte legislative della serie di misure sull'energia pulita che la Commissione ha presentato nel novembre 2016. L'UE si impegna a ridurre le emissioni di CO₂ di almeno il 40% da qui fino al 2030. Promuovendo le energie rinnovabili, che possono essere prodotte da una vasta gamma di fonti quali vento, solare, idroelettrico, maree, geotermia o biomassa, l'UE riduce la sua dipendenza dai combustibili fossili importati e aumenta la sostenibilità della sua produzione. Inoltre, il settore delle energie rinnovabili stimola l'innovazione tecnologica e la creazione di posti di lavoro in Europa. [1]

L'accordo stabilisce l'obiettivo principale che entro il 2030 il 32% dell'energia dell'UE proverrà da fonti rinnovabili. È prevista una clausola per la revisione di questo obiettivo nel caso in cui vi siano cambiamenti nella domanda di consumo di energia e per tenere conto degli obblighi internazionali dell'UE [2].

A causa delle misure adottate dall'UE, l'energia solare è in continua evoluzione. All'interno dell'energia solare fotovoltaica c'è una applicazione chiamata BIPV (Building Integrated Photovoltaics) il cui obiettivo principale è quello di sostituire i componenti tradizionali dell'edificio per celle fotovoltaiche ottenendo così energia solare per l'approvvigionamento dell'edificio. Un vantaggio dell'incorporazione di impianti fotovoltaici inizialmente integrati è che il costo finale può essere compensato dalla riduzione della spesa per i materiali da costruzione convenzionali e dai risparmi di assemblaggio che vengono normalmente utilizzati per costruire la parte dell'edificio che sostituisce i moduli BIPV. [3]

Seguendo quella linea parleremo dall'integrazione fotovoltaica nei edifici come alternativa a i sistemi di costruzione attuali e il loro progresso economico nel mercato.

1. SISTEMA BIPV

Gli impianti fotovoltaici integrati negli edifici "BIPV" (Building Integrated PhotoVoltaics) consistono nell'integrazione di moduli fotovoltaici nella busta dell'edificio, come tetto o facciata. Adempiendo di una doppia funzione come materiale da costruzione avvolgente sull'edificio convenzionale e come sistema di generazione di energia, i sistemi BIPV possono generare risparmi in materiali e costi di energia elettrica, riducendo l'uso di combustibili fossili e le emissioni di gas che attaccano lo strato di ozono e, a sua volta, aggiungendo progetti architettonici innovativi nell'edificio.

L'integrazione fotovoltaica negli edifici apporta un valore aggiunto a questi, in quanto non solo offre l'elettricità che genera, fornisce inoltre all'edificio altre caratteristiche come la riduzione dei raggi ultravioletti e infrarossi, il comportamento termico e acustico, l'illuminazione naturale, il disegno innovativo e un aspetto molto importante, la riduzione delle emissioni di CO₂. [4]



Fig 1 Pergola fotovoltaica, consolato degli EEUU in Jakarta. Fonte: OnyxSolar

Questa integrazione fotovoltaica avviene grazie al vetro fotovoltaico. Scegliere una vetratura adatta alle esigenze specifiche di un edificio non è sempre un compito facile. Ci sono numerosi esempi in cui un recinto in vetro inadeguato causa l'assenza di comfort dei suoi occupanti, che ha conseguenze particolarmente negative se si tratta di un posto di lavoro. Per la corretta scelta della vetratura, devono essere considerate sia le caratteristiche ottiche che termiche del vetro, nonché il suo rapporto con l'orientamento della soluzione e la climatologia dell'area.

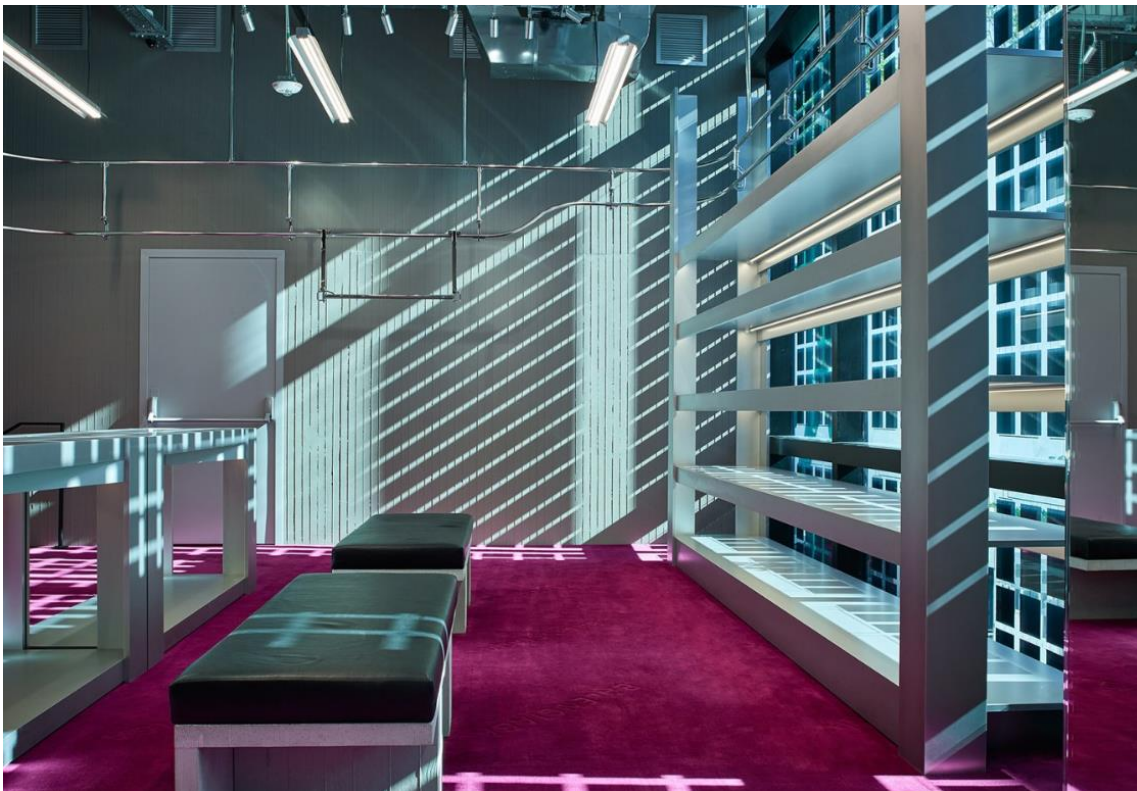


Fig 2 Effetto delle cellule PV nel interno negozio Balenciaga in Miami. Fonte: OnyxSolar

1.1. Parametri di BIPV

Quando si progetta una facciata e/o copertura fotovoltaica, è necessario prendere in considerazione diversi parametri in modo che il comfort termico ed energetico non venga alterato. Questi parametri includono raggi ultravioletti, raggi infrarossi, fattore solare, risparmio energetico, isolamento acustico e termico e composizione architettonica.

La radiazione infrarossa contenente nella luce naturale è la causa principale del riscaldamento degli spazi interni degli edifici, con il conseguente equilibrio termico in estate che richiede l'uso aggiuntivo dell'aria condizionata. [4]

Per quanto riguarda le loro proprietà isolanti, queste sono espresse dalla trasmissione termica della vetratura, che è anche conosciuta come il valore "U". Questo parametro indica la quantità di calore che passa attraverso la vetratura quando tra le sue due facce c'è un gradiente termico. [4]

Man mano che questo valore diminuisce, più il nostro vetro sarà isolante e quindi più efficiente sarà il nostro edificio, fornendo risparmi energetici ed economici.

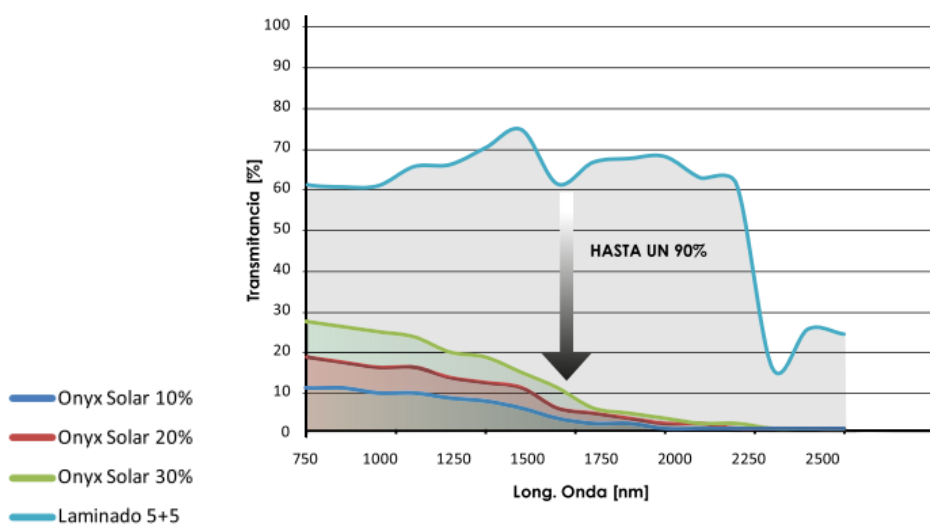


Fig 4 Differenza tra il vetro fotovoltaico Low-E ed un vetro convenzionale 5+5.
Fonte: OnyxSolar

LIGHT TRANSMISSION	PEAK POWER GENERATED
DARK (0%)	58 Wp/m² 5.39 W/ft ²
M VISION (10%)	40 Wp/m² 3.72 W/ft ²
L VISION (20%)	34 Wp/m² 3.16 W/ft ²
XL VISION (30%)	28 Wp/m² 2.60 W/ft ²

Fig 3. Filtrazione di luce con la quantità di energia generata.
Fonte: OnyxSolar

Dipendendo de la quantità di luce che vogliamo sfruttare conseguiremo maggiore o minore energia (Fig. 4).

Questo cambiamento nelle proprietà ottiche è legato al fattore solare, noto anche come valore "g" o SHGC (Solar Heat Gain Coefficient). Questo coefficiente ci dice quanta energia passa per una vetratura in un edificio rispetto alla quantità di radiazione solare. Allora, fattore è fondamentale per ottenere il comfort termico all'interno dell'edificio. [5]

Un vetro con alto fattore solare / SHGC causerà un aumento della temperatura all'interno dell'edificio causando il cosiddetto effetto serra. Questo è il motivo per cui, nelle zone calde, gli vetri Low-E saranno optati per i quali hanno uno SHGC del 10-40%. [4]

Pertanto, riducendo la quantità di raggi infrarossi e ottenendo uno SHGC ottimizzato (a seconda di dove viene applicato) ridurrà significativamente le emissioni di CO2 dall'edificio poiché il comfort termico sarà buono e le stesse quantità di aria condizionata non saranno necessarie.

Un altro aspetto da considerare sono gli effetti nocivi che le radiazioni ultraviolette (UV) possono avere su interni, mobili e persone.

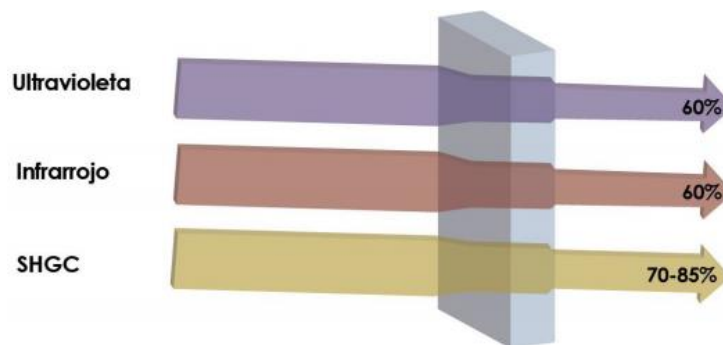


Fig 5 Vetro convenzionale

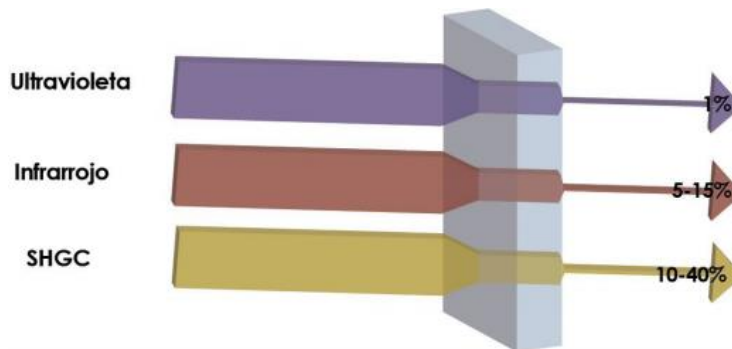


Fig 6 Vetro Low-E PV

Va ricordato che si tratta di vetri trasparenti e quindi permettono l'illuminazione naturale dell'edificio. Ciò si ottiene mediante l'elaborazione laser che rimuove le linee millimetriche dal materiale attivo e consente l'ingresso della luce. A seconda dell'area rimossa nel processo laser, la trasmissione della luce può variare dal 10% al 30%, che di solito è sufficiente per ottenere una buona illuminazione. [5]

I vetri possono essere configurati in base a diversi livelli di trasparenza e colori.



Fig 7 Dubai Electricity and Water Authority – DEWA

Per quanto riguarda l'uso del vetro tradizionale, il vetro fotovoltaico fornisce la generazione di elettricità attraverso l'uso dell'energia luminosa proveniente dal sole e anche dalla luce artificiale, ti consente di controllare la quantità di luce che il pannello di vetro lascia penetrare all'interno dell'edificio, dal 5% al 40% de l'energia luminica che incide in questo ed è un magnifico isolante termico ed acustico. Ciò è dovuto agli strati attivi micrometrici del materiale fotovoltaico depositati su un lato del vetro. [5]

COMPARISON BETWEEN A CONVENTIONAL GLASS AND ONYX SOLAR PHOTOVOLTAIC GLASS

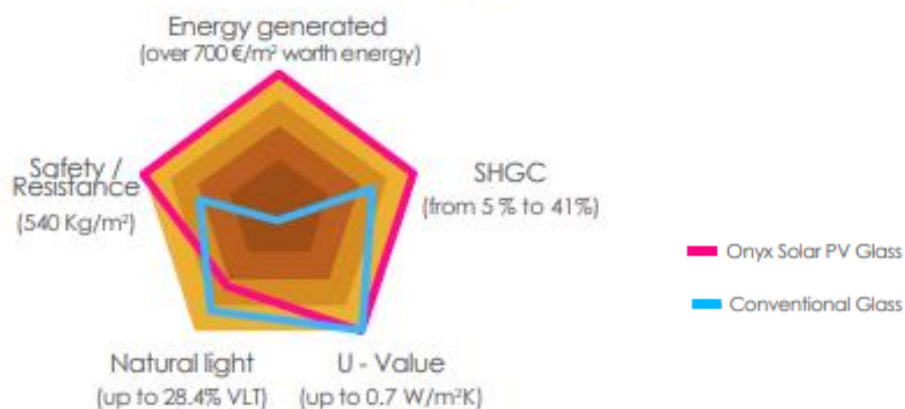


Fig 8 Differenza tra vetri fotovoltaici Low-E e vetri Low-E PV

2. PROGETTI EUROPEI BIPV

2.1. Progetto REELCOOP, generazione energia

Uno degli studi condotti e finanziati dall'Unione europea è il cosiddetto REELCOOP (REnewable ELelectricity COOPeration). Il progetto consisteva nel realizzare tre diversi prototipi di generazione di energia rinnovabile al fine di valutare le prestazioni ottenute. Dopo il progetto è stato prototipo 1, l'integrazione di moduli fotovoltaici in facciate ventilate; prototipo 2, utilizzando catcher termosolari, combinato con una caldaia a biomassa, per ottenere la cogenerazione di elettricità e calore attraverso un ciclo Rankine organico; e prototipo 3, combinazione di un campo di recupero del cilindro parabolico con generazione diretta di vapore, modulo di stoccaggio del calore latente e supporto ausiliario, se necessario, con una caldaia a biogas, per la produzione di elettricità. [6]

La soluzione scelta per il prototipo 1 di REELCOOP combina il principio di una facciata ventilata (migliorando le prestazioni del fotovoltaico) con facilità di adattamento sia agli edifici nuovi che a quelli rinnovati.

Il progetto consisteva in installare 48 moduli fotovoltaici con celle solari in silicio monocristallino. Ogni modulo ha 36 celle 6", con un'efficienza nominale del 17,6%, e la potenza del modulo nominale è pari a 155 W. Le celle sono incapsulate con pellicola EVA e 2 lastre di vetro laminato con uno spessore di 4 mm. Ogni modulo ha un'area totale di 1,2 m² e un grado di trasparenza del 30%. [6]

C'è un totale di 4 file, e lo spazio tra i moduli e la parete è 150 mm. La potenza di uscita nominale della facciata fotovoltaica è pari a 7,44 kW. [6]

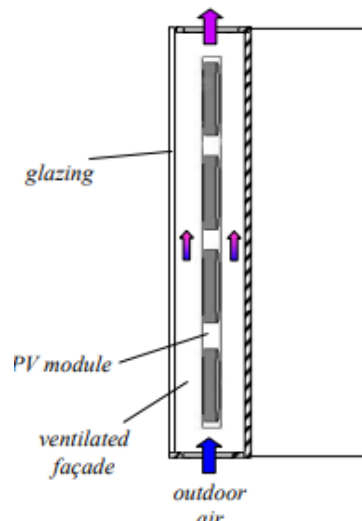


Fig 9 Research Cooperation in Renewable Energy Technologies for Electricity. Fonte: University Porto

Attualmente la facciata genera circa 5500 kWh/annuale.



Fig 10 Prototipo 1 progetto REELCCOP in Yasar University, Turkey

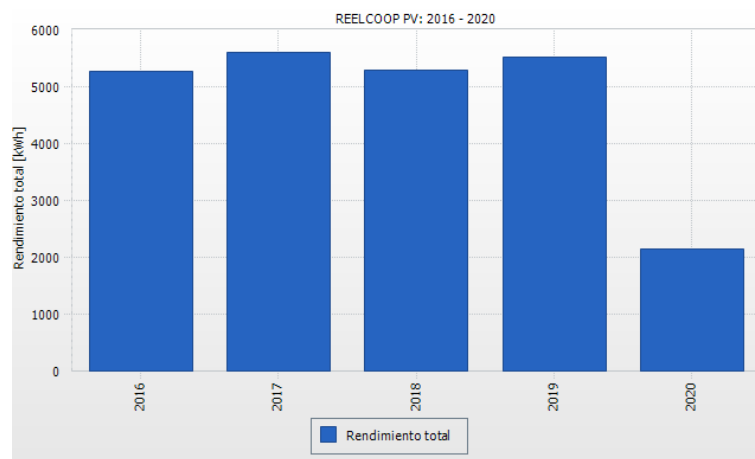


Fig 11 Prestazioni della facciata BIPV Kwh/anno



Link in live: Quà si può vedere in tempo reale la quantità di energia generata per questo sistema BIPV nella Università Yasar in Izmir , Turkey.

<https://www.sunnyportal.com/Templates/PublicPage.aspx?page=b11825cb-b706-4ca7-b717-0a11fc60f1e8>

2.2. Progetto BIPVBoost, costo di BIPV

BIPVBOOST è un nuovo progetto di ambito europeo finanziato dalla Commissione europea nell'ambito del programma Orizzonte 2020 iniziato all'inizio di ottobre 2018. L'obiettivo principale del progetto BIPVBOOST si concentra sulla riduzione dei costi dei sistemi fotovoltaici multifunzionali integrati negli edifici (BIPV), limitando gli sforamenti dei costi sulle soluzioni fotovoltaiche tradizionali, non fotovoltaiche e non integrate. [7]

Il progetto BIPVBoost segue linee d'azione definite. In primo luogo, lo stato di competitività dei costi delle soluzioni BIPV in Europa e, in secondo luogo, la standardizzazione, i rischi di prestazioni e l'identificazione delle lacune legate alle prestazioni nel BIPV. [8]

Stato di competitività dei costi delle soluzioni BIPV in Europa

Questa relazione valuta la competitività delle soluzioni BIPV in Europa, poiché esistono due livelli di competitività, possono soddisfare sia sulla base dei materiali da costruzione che della funzione di generazione di energia.

La competitività viene applicata sulla base di un processo in tre fasi:

1. Definire il livello di costo della soluzione BIPV.
 - a. Sono state condotte indagini su 15 isolanti e produttori di elementi BIPV provenienti da Paesi Bassi, Germania, Italia e Svizzera.
2. Definire il livello di costo delle soluzioni in diretta concorrenza con BIPV.
3. Confronta il BIPV con le soluzioni competitive, permettendoti di definire il livello di competitività del BIPV.

Nelle figure 10, 11 e 12 appaiono la differenza di costi per €/m² dei materiali base delle coperture, facciate ventilate e facciate continue in comparazione con i BIPV.

In blu si mostrano i BIPV, invece in arancia i materiali convenzionali.

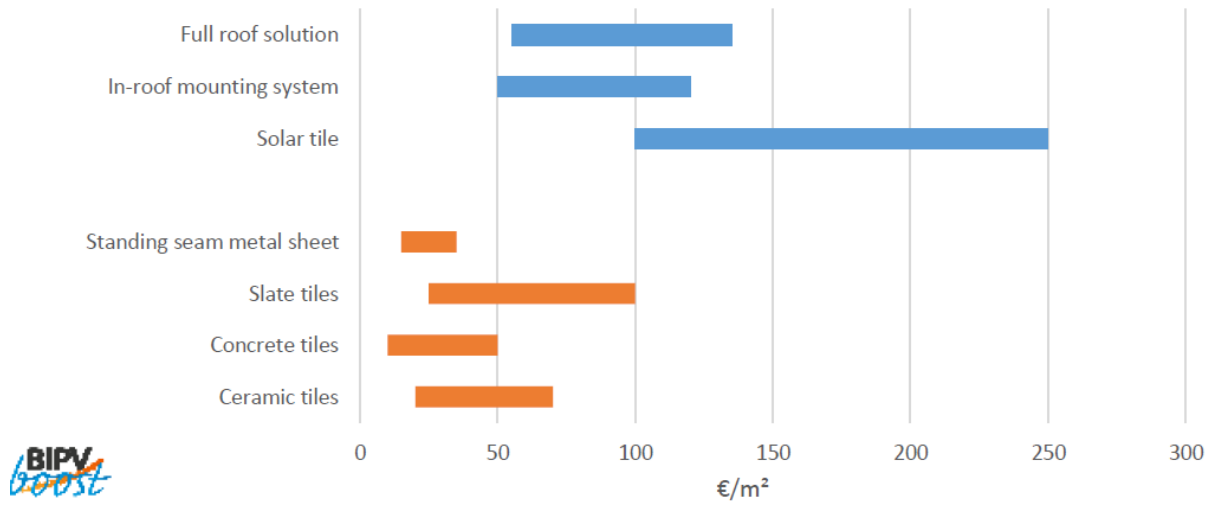


Fig 12 Comparison of the cost of various roofing materials. Fonte: BIPVBoost

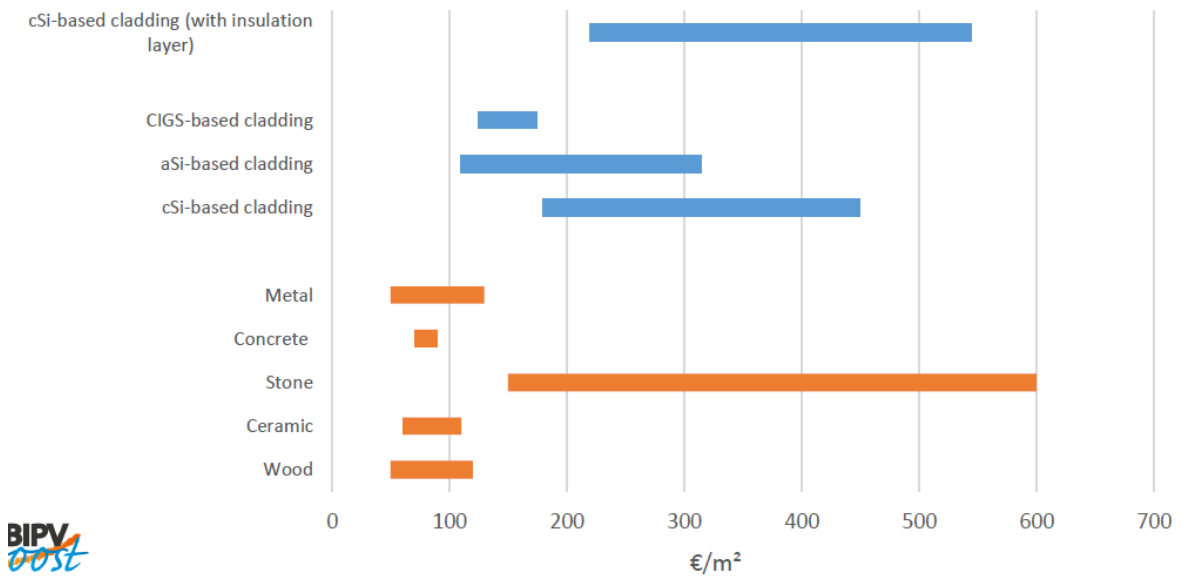


Fig 13 Comparison of the cost of various ventilated (rainscreen) façade cladding elements. Fonte: BIPVBoost

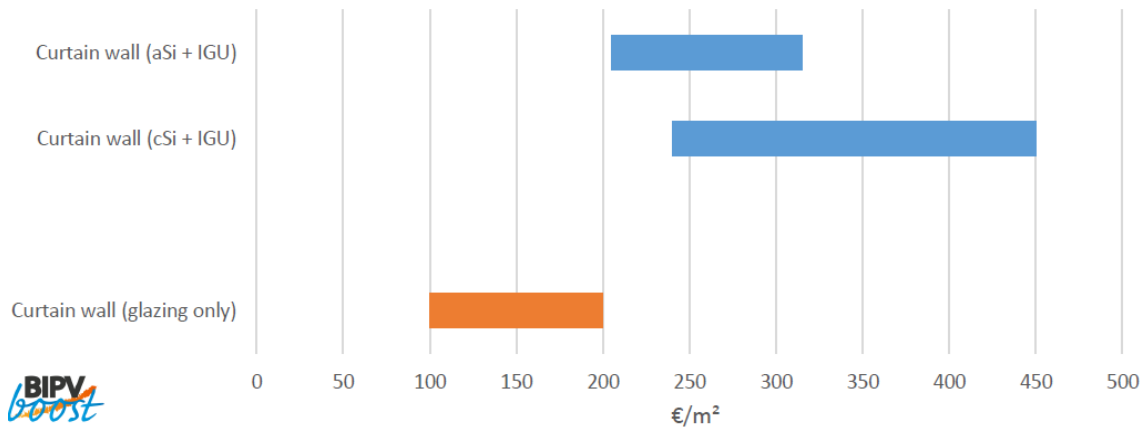


Fig 14 Comparison of the cost of various non-ventilated façade (curtain wall) elements. Fonte: BIPVBoost

A continuazione si mostrano i costi finali (installazione e posa) tanto di coperture, facciate ventilate e facciate continue in comparazione con i BIPV. (Fig. 13, 14 e 15).

Mentre le coperture metalliche economiche sembrano un concorrente intoccabile, specialmente per le costruzioni di edifici industriali, altre soluzioni di copertura regolari possono essere sfidate dal BIPV a livello di sistema. Sembra persino che il divario sia diminuito rispetto alla valutazione della competitività a livello materiale condotta nella sezione precedente.

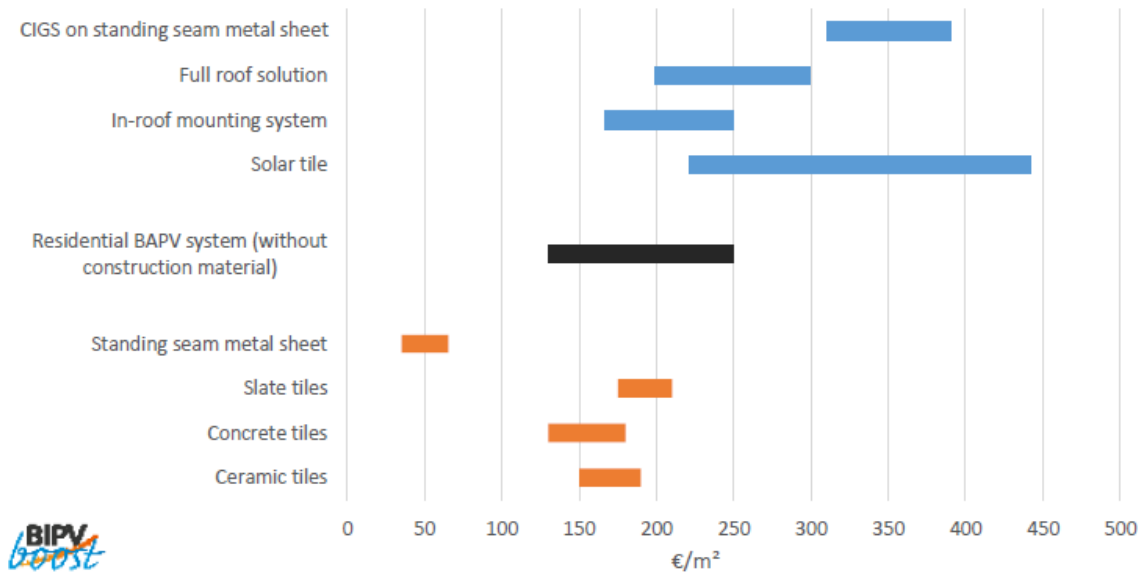


Fig 15 Comparison of the end-user cost of various roofing solutions. Fonte BIPVBoost

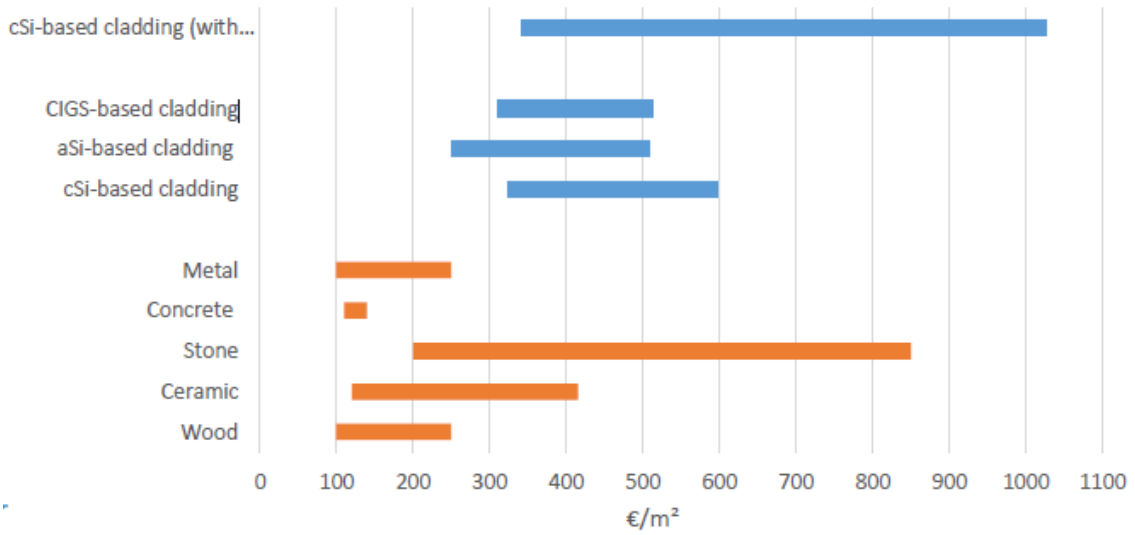


Fig 16 Comparison of the end-user cost of various ventilated (rainscreen) façade solutions. BIPVBoost

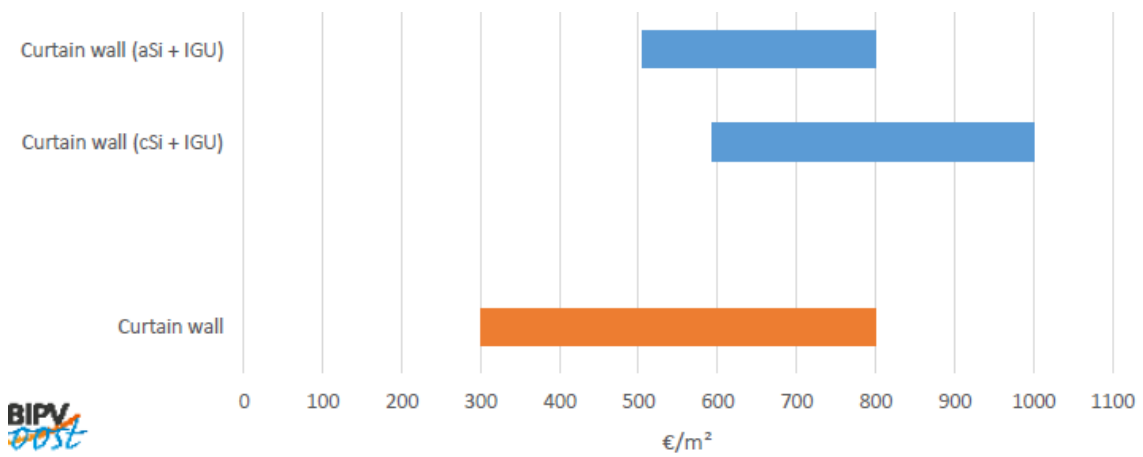


Fig 17 Comparison of the end-user cost of non-ventilated façade (curtain wall) solutions. BIPVBoost

3. ESEMPI DI PROGETTI

3.1. DUBAI FRAME, Dubai FACCIATA FOTOVOLTAICA



Fig 18 Dubai Frame in Dubai. Fonte: OnyxSolar

Dubai Frame è un imponente edificio rettangolare a forma di telaio, alto 150 metri, largo 105 metri nel parco di Dubai. Circa 2.500 occhiali con tripla laminato di sicurezza, di vetro fotovoltaico in silicio amorfo, di 485 x 985 mm sono stati prodotti in un tono giallo-oro e hanno il 20% di semi-trasparenza.

Dati:

- Installazione di 1.200m².
- Elettricità generata in 35 anni: 1.143.723 kWh.
- Potenza totale installata: 38kWp.
- Punti luce in esecuzione 4 ore al giorno per 35 anni: 2.244 punti luce.
- Emissioni di CO₂ evitate in 35 anni: 766 CO₂.
- Barili di petrolio risparmiati in 35 anni: 673 barili.

Studio di fattibilità in facciate di silicio amorfo in Dubai <0,01€

- Costo dell'energia: 37%
- Riduzione della domanda di aria condizionata: 22%
- Tasso interno di rendimento (rimborso) < 5 anni

3.2. SEDE DI BURSAGAZ, Turkey

FACCIATA FOTOVOLTAICA

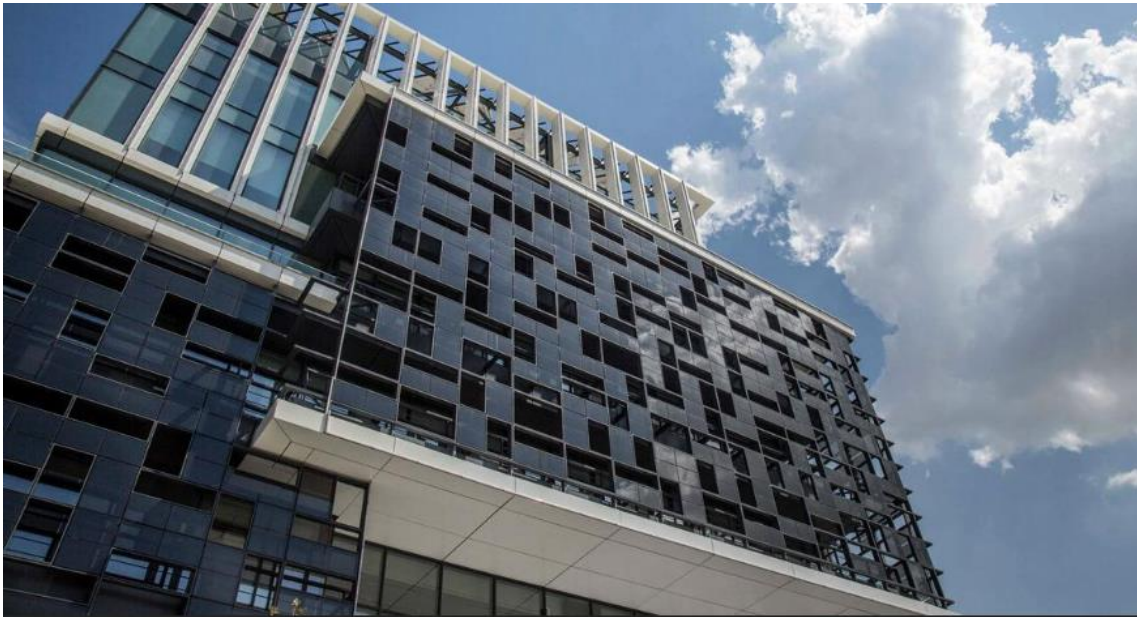


Fig 19 Sede di Bursagaz in Turkey. Fonte: OnyxSolar

Il progetto consisteva nell'integrare nell'edificio, sotto forma di mosaico, una doppia pelle di vetro fotovoltaica sovrapposta alla facciata. Gli 315 vetri di 500 mm x 700 mm, realizzati in silicio amorfo, hanno una trasparenza del 20% (visione L) che consente il passaggio omogeneo della luce nell'edificio e quindi la riduzione delle esigenze di illuminazione artificiale.

Dati:

- Installazione: 110m²
- Elettricità generata in 35 anni: 98.770 kWh.
- Potenza totale installata: 38kWp.
- Punti luce in esecuzione 4 ore al giorno per 35 anni: 194 punti luce.
- Emissioni di CO₂ evitate in 35 anni: 66 CO₂.
- Barili di petrolio risparmiati in 35 anni: 58 barili.

Studio di fattibilità in facciate di silicio amorfo in Turkey <0,03€

- Costo dell'energia: 28%
- Riduzione della domanda di aria condizionata: 19%
- Tasso interno di rendimento (rimborso) < 6 anni

3.3. LUCERNARIO PV BELL WORKS, New Jersey

LUCERNARIO FOTOVOLTAICO



Fig 20 Lucernario fotovoltaico Bell Works in New Jersey. Fonte: OnyxSolar

Este proyecto forma parte de la rehabilitación de un complejo empresarial multiuso, ubicado en Holmdel, Nueva Jersey. Cada uno de ellos estará compuesto de unidades activas de vidrio fotovoltaico de silicio amorfo, con triple laminado de seguridad, permitiendo una Transmisión de Luz Visual (VLT) del 20% para reducir la ganancia de calor solar en el interior mientras produce energía.

Dati:

- Installazione: 5.575 m²
- Elettricità generata ogni anno: 2.601. kWh.
- Punti luce in esecuzione 4 ore al giorno per 35 anni: 5.111 punti luce.
- Emissioni di CO₂ evitate in 35 anni: 1.743 CO₂.
- Barili di petrolio risparmiati in 35 anni: 1.531 barili.

Studio di fattibilità in facciate di silicio amorfo in New Jersey <0,01€

- Costo dell'energia: 19%
- Riduzione della domanda di aria condizionata: 55%
- Tasso interno di rendimento (rimborso) < 2 anni

3.4. TWIN CITY TOWER, Bratislava

FACCIATA CONTINUA FOTOVOLTAICA



Este muro cortina se realizó con vidrio de silicio amorfo completamente negro, con un patrón de frit gris y cámara de argón, en varias dimensiones de acuerdo a los requisitos del proyecto. Algunos de estos vidrios tienen unas dimensiones de casi 4 metros cuadrados. Los 192 vidrios suministrados alcanzan una potencia pico de 25 kWp.

Dati:

- Installazione: 438 m²
- Elettricità generata in 35 anni: 564.111 kWh.
- Punti luce in esecuzione 4 ore al giorno per 35 anni: 1.107 punti luce.
- Emissioni di CO₂ evitate in 35 anni: 378 CO₂.
- Barili di petrolio risparmiati in 35 anni: 332 barili.

Studio di fattibilità in facciate di silicio amorfo in Bratislava <0,04€

- Costo dell'energia: 19%
- Riduzione della domanda di aria condizionata: 13%
- Tasso interno di rendimento (rimborso) < 8 anni

CONCLUSIONE

In conclusione, vale la pena ricordare che l'Unione europea sta sviluppando linee d'azione per effettuare una rigenerazione dell'elettricità basata sulle energie rinnovabili, più specificamente nel campo dell'energia solare e della biomassa. Questa rigenerazione va di pari passo con tutti i paesi dell'UE, in quanto ogni paese, nel quadro giuridico, ha stabilito i propri orientamenti.

Ecco perché esistono diversi progetti europei per realizzare tale rigenerazione energetica. Questi progetti mirano ad analizzare i dati ottenuti direttamente dai prototipi per studiare la funzionalità energetica e stabilire passi economici per la buona inclusione e competitività dell'integrazione fotovoltaica negli edifici.

Attualmente l'integrazione fotovoltaica negli edifici è tutt'altro che competitiva al 100% con gli elementi di costruzione convenzionali, poiché è vero che questo modo di eseguire edifici ha due variabili, la generazione di energia e la funzione degli elementi dell'edificio. Va notato allo stesso tempo che, in alcuni casi, l'esecuzione di edifici con BIPV è già equiparata ad alcuni materiali convenzionali come la pietra e, in una certa misura, le pareti della tenda.

Penso che il vetro fotovoltaico abbia già quasi eguagliato le prestazioni meccaniche del vetro convenzionale e, in alcune occasioni, le abbia superate per la sua versatilità e il livello di personalizzazione dei progetti. Ecco perché dobbiamo semplicemente aspettare all'evoluzione economica dell'energia per a che quello concetto sia la nuova forma di costruzione.

BIBLIOGRAFIA

[1] **CONSIGLIO DELL'UNIONE EUROPEA** «ENERGIE RINNOVABILI» 27 GIUGNO 2018.

[HTTPS://WWW.CONSILIUM.EUROPA.EU/ES/PRESS/PRESS-RELEASES/2018/06/27/RENEWABLE-ENERGY-COUNCIL-CONFIRMS-DEAL-REACHED-WITH-THE-EUROPEAN-PARLIAMENT/.](https://www.consilium.europa.eu/es/press/press-releases/2018/06/27/renewable-energy-council-confirms-deal-reached-with-the-european-parliament/)

[2] **EUROPA COMMISSION**, «RENEWABLE ENERGY DIRECTIVE,» 15 ABRIL 2020.

[HTTPS://EC.EUROPA.EU/ENERGY/TOPICS/RENEWABLE-ENERGY/RENEWABLE-ENERGY-DIRECTIVE/OVERVIEW_EN.](https://ec.europa.eu/energy/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive/overview_en)

[3] **LVE ENERGY**, «BIPV VETRO PV»

[HTTPS://WWW.LVEENERGY.COM/BIPV-VIDRIO-FV.HTML.](https://www.lveenergy.com/bipv-vidrio-fv.html)

[4] **ONYX SOLAR**, «VETRO FOTOVOLTAICO PER EDIFICI»

[HTTP://ONYXSOLAR.COM.](http://onyxsolar.com)

[5] **ONYX SOLAR**, «RECURSOS / VETRO FOTOVOLTAICO / CARACTERISTICHE»

[HTTPS://WWW.ONYXSOLAR.COM/ES/ALL-YOU-NEED.](https://www.onyxsolar.com/es/all-you-need)

[6] **ARMANDO OLIVEIRA**, «RESEARCH COOP. IN RENEWABLE ENERGY TECHNOLOGIES FOR ELECTRICITY GENERATION» 2013

[HTTPS://WWW.REELCOOP.COM/.](https://www.reelcoop.com/)

[7] **BIPVBOOST**, «BRINGING DOWN COSTS OF BUILDING-INTEGRATED PHOTOVOLTAIC (BIPV) SOLUTIONS AND PROCESSES ALONG THE VALUE CHAIN, ENABLING WIDESPREAD NEAR ZERO ENERGY BUILDINGS (NZEB) IMPLEMENTATION» APRIL 14, 2020

[HTTPS://MAILCHI.MP/1DAB1912B2D0/BIPVBOOST-NEWSLETTER-APRIL-2020#1.%20Cost%20COMPETITIVENESS%20STATUS%20OF%20BIPV%20SOLUTIONS%20IN%20EUROPE.](https://mailchi.mp/1dab1912b2d0/bipvboost-newsletter-april-2020#1.%20Cost%20competitiveness%20status%20of%20BIPV%20solutions%20in%20Europe)

[8] **TECNALIA**, «COMPETITIVENESS STATUS OF BIPV SOLUTIONS IN EUROPE,» APRIL 2020.

[9] **ENALGREEN** «VETRO FOTOVOLTAICO, UNIONE EUROPEA»

[HTTP://ENALGREEN.ES/PRODUCTOS/VIDRIO-FOTOVOLTAICO/.](http://enalgreen.es/productos/vidrio-fotovoltaico/)

REFERENZE IMMAGINI

FIG 1 PERGOLA FOTOVOLTAICA, CONSULATO DEGLI EEUU IN JAKARTA. FONTE: ONYXSOLAR	1
FIG 2 EFFETTO DELLE CELLULE PV NEL INTERNO NEGOZIO BALENCIAGA IN MIAMI. FONTE: ONYXSOLAR	2
FIG 4. FILTRAZIONE DI LUCE CON LA QUANTITÀ DI ENERGIA GENERATA. FONTE: ONYXSOLAR	3
FIG 3 DIFFERENZA TRA IL VETRO FOTOVOLTAICO LOW-E ED UN VETRO CONVENZIONALE 5+5. FONTE: ONYXSOLAR	3
FIG 5 VETRO CONVENZIONALE	4
FIG 6 VETRO LOW-E PV	4
FIG 7 DUBAI ELECTRICITY AND WATER AUTHORITY – DEWA.....	5
FIG 8 DIFERENZA TRA VETRI FOTOVOLTAICI LOW-E E VETRI LOW-E PV	5
FIG 9 RESEARCH COOPERATION IN RENEWABLE ENERGY TECHNOLOGIES FOR ELECTRICITY. FONTE: UNIVERSITY PORTO	6
FIG 10 PROTOTIPO 1 PROGETTO REELCCOP IN YASAR UNIVERSITY, TURKEY	7
FIG 11 PRESTAZIONI DELLA FACCIATA BIPV KWH/ANNO.....	7
FIG 12 COMPARISON OF THE COST OF VARIOUS ROOFING MATERIALS. FONTE: BIPVBOOST.....	9
FIG 13 COMPARISON OF THE COST OF VARIOUS VENTILATED (RAINSWEEP) FAÇADE CLADDING ELEMENTS. FONTE: BIPVBOOST	9
FIG 14 COMPARISON OF THE COST OF VARIOUS NON-VENTILATED FAÇADE (CURTAIN WALL) ELEMENTS. FONTE: BIPVBOOST 10	10
FIG 15 COMPARISON OF THE END-USER COST OF VARIOUS ROOFING SOLUTIONS. FONTE BIPVBOOST.....	10
FIG 16 COMPARISON OF THE END-USER COST OF VARIOUS VENTILATED (RAINSWEEP) FAÇADE SOLUTIONS. BIPVBOOST	11
FIG 17 COMPARISON OF THE END-USER COST OF NON-VENTILATED FAÇADE (CURTAIN WALL) SOLUTIONS. BIPVBOOST.....	11
FIG 18 DUBAI FRAME IN DUBAI. FONTE: ONYXSOLAR	13
FIG 19 SEDE DI BURSAGAZ IN TURKEY. FONTE: ONYXSOLAR	14
FIG 20 LUCERNARIO FOTOVOLTAICO BELL WORKS IN NEW JERSEY. FONTE: ONYXSOLAR.....	15