Potenziale di fotovoltaico non convenzionale in Ticino

COMMITTENTE	Consigliere Nazionale Rocco Cattaneo
ESTENSORI DEL RAPPORTO	Daniele Bernasconi Nerio Cereghetti Claudio Caccia
LUOGO E DATA	Cadenazzo, 6.12.2020

Sommario

1 Executive Summary (I/D/F/E) 3
2 Introduzione, obiettivi dello studio, autori, promotori, finanziamento 5
3 Premesse - contesto – condizioni quadro 7
4 Metodologia applicata per lo studio 17
5 Fotovoltaico su opere idroelettriche 19
6 Fotovoltaico su superfici lacustri artificiali 23
7 Fotovoltaico su strutture del traffico e dei trasporti 27
8 Fotovoltaico su ripari valangari 34
9 Fotovoltaico nel settore agricolo e ortofrutticolo 36
10 Fotovoltaico nel settore delle infrastrutture tecniche 41
11 Fotovoltaico nell'ambito di discariche e cave dismesse 44
12 Fotovoltaico nell'ambito di altre situazioni 46
13 Conclusioni finali, proposte, prossimi passi 48
14 Bibliografia, riferimenti vari 50

1 Executive Summary (I/D/F/E)

1.1 Riassunto

Per poter raggiungere gli obiettivi energetici e climatici che la Confederazione si è prefissata, anche in Svizzera si assisterà ad una progressiva elettrificazione di determinati settori oggi ancora in gran parte dipendenti da energie fossili, ad esempio quello del riscaldamento degli edifici e quello della mobilità, e ad una copertura sempre maggiore di tale fabbisogno con energia da fonti rinnovabili. In Svizzera, l'energia solare è destinata a diventare il secondo pilastro più importante dopo l'idroelettrico, offrendo interessanti prospettive anche in termini di posti di lavoro. È in questo contesto che il Ticino, "Sonnenstube" della Svizzera, potrebbe giocare un ruolo di primo piano.

Il potenziale di fotovoltaico sui tetti e le facciate degli edifici è molto elevato ed è senz'altro il primo che merita di essere valorizzato. Lo sfruttamento di questo potenziale è effettivamente in crescita, ma con ritmi ancora troppo bassi poiché dipende molto dalle condizioni quadro non sempre favorevoli e dalle scelte dei singoli proprietari degli immobili. Il fotovoltaico non convenzionale (inteso come impianti su superfici già antropizzate, esclusi gli edifici), attualmente in Ticino è pressoché assente, sia per motivi di opportunità ma anche di restrizioni a livello di normative e leggi. Esso potrebbe tuttavia permettere di accelerare in modo significativo lo sviluppo dell'energia solare fotovoltaica, grazie alla realizzazione di impianti di taglia medio-grande in situazioni particolarmente interessanti.

Dall'analisi effettuata è emerso che in Ticino vi sono delle interessanti potenzialità per l'installazione di impianti fotovoltaici principalmente nei settori riguardanti l'agricoltura, le strutture del traffico e dei trasporti e le superfici lacustri artificiali. Per queste soluzioni vi sono inoltre tutta una serie di vantaggi addizionali tra i quali la protezione delle colture, il maggior comfort per gli utenti stradali, la riduzione della manutenzione stradale e l'elevata produzione invernale.

Per permettere lo sviluppo del fotovoltaico non convenzionale rimangono tuttavia ancora diverse sfide (normative, tecniche e sociali) che devono essere affrontate.

1.2 Zusammenfassung auf Deutsch

Um die Energie- und Klimaziele des Bundes zu erreichen, werden in der Schweiz auch bestimmte Bereiche, die noch weitgehend von fossilen Brennstoffen abhängig sind, wie Gebäudeheizung und Mobilität, schrittweise elektrifiziert und zur Deckung dieses Bedarfs vermehrt erneuerbare Energien eingesetzt. Die Solarenergie wird in der Schweiz zum zweitwichtigsten Pfeiler nach der Wasserkraft und bietet auch in Bezug auf Arbeitsplätze interessante Perspektiven. In diesem Zusammenhang könnte das Tessin, die Sonnenstube der Schweiz, eine führende Rolle spielen.

Das Potenzial der Photovoltaik auf Dächern und an Gebäudefassaden ist sehr hoch und sicherlich das erste, das es zu nutzen lohnt. Die Ausschöpfung dieses Potenzials nimmt zwar zu, aber immer noch zu langsam, weil sie sehr stark von den nicht immer günstigen Rahmenbedingungen und den Entscheidungen der einzelnen Grundstückseigentümer abhängt. Nicht-konventionelle Photovoltaik (verstanden als Installationen auf bereits künstlich geschaffenen Flächen, ausgenommen Gebäuden) ist derzeit im Tessin so gut wie nicht vorhanden, sowohl aus Opportunitätsgründen als auch aufgrund von Einschränkungen auf der Ebene von Vorschriften und Gesetzen. Sie könnte es jedoch ermöglichen, die Entwicklung der photovoltaischen Solarenergie durch den Bau von mittleren bis großen Anlagen in besonders interessanten Lagen erheblich zu beschleunigen.

Die durchgeführte Analyse hat gezeigt, dass es im Tessin ein interessantes Potenzial für die Installation von Photovoltaikanlagen gibt, vor allem in den Bereichen Landwirtschaft, Verkehrs- und Transportstrukturen und künstliche Seeoberflächen. Es gibt auch eine Reihe von zusätzlichen Vorteilen für diese Lösungen, darunter Pflanzenschutz, mehr Komfort für die Verkehrsteilnehmer, reduzierter Straßenunterhalt und hohe Winterproduktion.

Es bestehen jedoch noch eine Reihe von Herausforderungen (regulatorischer, technischer und sozialer Art), die angegangen werden müssen, um die Entwicklung der nichtkonventionellen Photovoltaik zu ermöglichen.

1.3 Résumé en français

Afin d'atteindre les objectifs énergétiques et climatiques du gouvernement fédéral, la Suisse connaîtra également une électrification progressive de certains secteurs encore largement dépendants des combustibles fossiles, tels que le chauffage des bâtiments et la mobilité, et un recours croissant aux sources d'énergie renouvelables pour couvrir ces besoins. En Suisse, l'énergie solaire est en passe de devenir le deuxième pilier le plus important après l'énergie hydraulique, offrant des perspectives intéressantes également en termes d'emplois. C'est dans ce contexte que le Tessin, la "Sonnenstube" suisse, pourrait jouer un rôle de premier plan.

Le potentiel du photovoltaïque sur les toits et les façades des bâtiments est très élevé et c'est certainement le premier qui mérite d'être exploité. L'exploitation de ce potentiel est certes en augmentation, mais à un rythme encore trop faible car elle dépend beaucoup des conditions cadres pas toujours favorables et des choix des propriétaires individuels. Le photovoltaïque non conventionnel (compris comme des installations sur des surfaces déjà construites

par l'homme, à l'exclusion des bâtiments), est actuellement presque absent au Tessin, à la fois pour des raisons d'opportunité mais aussi de restrictions au niveau des réglementations et des lois. Il pourrait cependant permettre d'accélérer considérablement le développement de l'énergie solaire photovoltaïque, grâce à la construction de systèmes de moyenne à grande taille dans des situations particulièrement intéressantes.

L'analyse effectuée a montré qu'il existe un potentiel intéressant pour l'installation de systèmes photovoltaïques au Tessin, principalement dans les domaines de l'agriculture, des structures de circulation et de transport et des surfaces lacustres artificielles. Ces solutions présentent également un certain nombre d'avantages supplémentaires, notamment la protection des cultures, un plus grand confort pour les usagers de la route, un entretien réduit des routes et une production hivernale élevée.

Cependant, il reste un certain nombre de défis (réglementaires, techniques et sociaux) à relever pour permettre le développement du photovoltaïque non conventionnel.

1.4 Executive Summary

In order to achieve the energy and climate goals that the Confederation has set, Switzerland will also see a progressive electrification of certain sectors that are still largely dependent on fossil energies, for instance that of building heating and mobility, and an ever-increasing coverage of this demand with energy from renewable sources. In Switzerland, solar energy is destined to become the second most important pillar after hydroelectricity, offering interesting prospects also in terms of employment. It is in this context that Ticino, Switzerland's "Sonnenstube", could play a leading role.

The photovoltaic potential on the roofs and facades of buildings is very high and it is certainly the first that deserves to be enhanced. The exploitation of this potential is indeed growing, but at a too slow pace as it depends on the framework conditions that are not always favorable and on the choices of individual property owners. These solutions, named "unconventional photovoltaics", are almost absent in Ticino, both because the sector is in the early stages of development but also because of restrictions in terms of regulations and laws. It could nevertheless allow to significantly accelerate the development of photovoltaic solar energy thanks to the implementation of medium to large-sized PV plants in particularly interesting situations.

The analysis carried out showed that there are interesting potentialities when it comes to the installation of photovoltaic systems mainly in sectors concerning agriculture, traffic and transportation structures and artificial lake surfaces in Ticino. For these solutions there are also a great number of additional benefits such as crop protection, greater comfort for road users, the reduction of road maintenance and high winter production.

In order to allow the development of unconventional photovoltaics, however, there are still several challenges (regulatory, technical and social) that need to be addressed.

2 Introduzione, obiettivi dello studio, autori, promotori, finanziamento

2.1 Introduzione

L'energia solare rappresenta una scelta irrinunciabile per il futuro energetico svizzero ed è destinata a diventare il secondo pilastro più importante dopo l'idroelettrico, offrendo interessanti prospettive anche in termini di posti di lavoro.

La crescita del fotovoltaico (PV), sia a livello mondiale che in Svizzera, è importante anche se ancora al di sotto di quella che dovrebbe essere per raggiungere gli obiettivi energetici e climatici prefissati.

Swissolar, l'associazione svizzera dei professionisti dell'energia solare, ha calcolato che per compensare la corrente attualmente prodotta delle centrali nucleari e per la decarbonizzazione completa del nostro sistema energetico entro il 2050 (inclusi il riscaldamento e la mobilità) avremo bisogno di una potenza installata di fotovoltaico di circa 50 Gigawatt. Ciò significa moltiplicare per 20 la potenza attuale.

Le prospettive future parlano di un'ulteriore crescita, che sarà però in parte dipendente dal miglioramento delle condizioni quadro. Miglioramento che dovrà riguardare il sostegno agli impianti di grandi dimensioni che non prevedono un consumo elettrico diretto, la definizione di tariffe di ripresa adeguate per la corrente solare immessa in rete e l'eliminazione di ostacoli burocratici e pianificatori.

Attualmente la maggior parte degli impianti installati in Svizzera sono ubicati su tetti e facciate delle costruzioni esistenti. Di principio, l'uso di superfici non edificate non sarà perciò indispensabile o perlomeno non a breve termine. A medio termine si potrebbe tuttavia valutare anche la realizzazione di installazioni non convenzionali, intese come installazioni non ubicate su edifici, nell'ottica di valorizzare potenziali tecnicamente interessanti in situazioni di territorio comunque già antropizzato.

Con il presente studio si vuole cominciare ad entrare in materia con quelle applicazioni che non sono ancora presenti in Ticino o che necessitano ancora di essere sperimentate e che in alcuni casi, con le attuali condizioni quadro, non sono neanche permesse.

La conoscenza sia del potenziale di fotovoltaico non convenzionale che delle barriere che ne potrebbero impedire lo sviluppo, sono essenziali per permettere al Canton Ticino di giocare un ruolo di primo piano nella sfida energetica/ambientale che è in atto e che continuerà nei prossimi decenni.

2.2 Obiettivi

Gli obiettivi dello studio sono:

- Far conoscere il potenziale delle installazioni fotovoltaiche non convenzionali in Ticino e segnalare esempi concreti di questo tipo di impianti in altri cantoni e nazioni
- Stimolare un dibattito tra gli addetti ai lavori, le autorità, la politica
- Dare un impulso e una visione per lo sviluppo del Ticino quale cantone solare per eccellenza
- Indicare quali sono le modifiche necessarie a livello di condizioni quadro e legislazione
- Stimolare iniziative per lo sviluppo di questo potenziale, anche quale impulso all'economia locale e alle regioni periferiche
- Evidenziare una misura rilevante per l'attuazione della Strategia energetica 2050 della Confederazione.

I settori che sono stati considerati nello studio sono:

- Opere idroelettriche
- Superfici lacustri artificiali
- Strutture del traffico e dei trasporti
- Ripari valangari
- Settore agricolo e ortofrutticolo
- Settore infrastrutture tecniche
- Discariche e cave dismesse
- Altre situazioni

Va sottolineato come premessa importante che il PV non convenzionale non sostituisce in alcun modo il grandissimo potenziale di PV ancora presente sugli edifici (tetti e facciate), che sarà il primo a dover essere valorizzato. Tuttavia, in determinati casi, a medio termine sarà necessario pensare ad un impiego anche di parte del potenziale di PV non convenzionale, impiego che richiederà adeguamenti delle basi legali, ma anche un nuovo approccio.

2.3 Autori

Bernasconi Daniele (ingegnere STS, titolare di una ditta attiva nel fotovoltaico) in rappresentanza di IngEne Sagl
Caccia Claudio (ingegnere STS, consulente energetico) in rappresentanza di Swissolar (Svizzera Italiana)
Cereghetti Nerio (ingegnere ETHZ, capo progetto) in rappresentanza di SUPSI (ISAAC)

2.4 Promotori

Cattaneo Rocco in rappresentanza di STISA Sviluppo Traffici Internazionali SA

2.5 Finanziamento

Lo studio è stato principalmente finanziato da STISA Sviluppo Traffici Internazionali SA e da Swissolar.

3 Premesse - contesto – condizioni quadro

3.1 Politica energetica

3.1.1 Politica energetica in Svizzera

Dal 2007 la politica energetica del Consiglio federale si fonda su quattro pilastri: efficienza energetica, energie rinnovabili, sostituzione e costruzione di nuove grandi centrali elettriche e politica estera in materia energetica. Dopo la catastrofe nucleare di Fukushima, nel 2011, il Consiglio federale e il Parlamento hanno deciso l'abbandono graduale dell'energia nucleare. Questa decisione, nonché altri profondi cambiamenti intervenuti nel contesto energetico internazionale, rendono necessaria una trasformazione del sistema svizzero di approvvigionamento energetico.

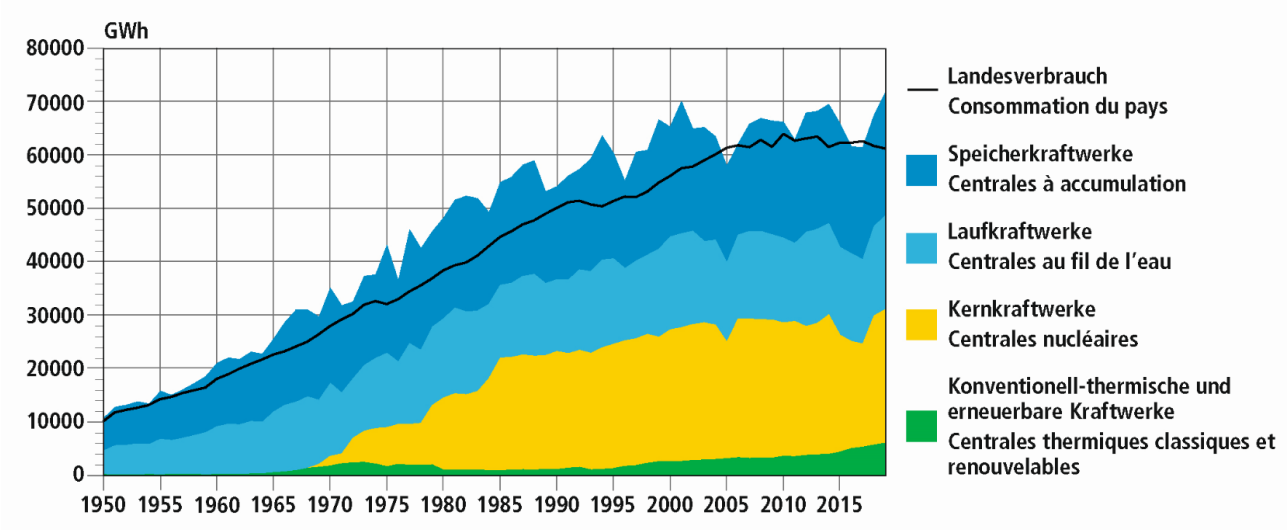

Figura 1 Evoluzione delle differenti categorie di produzione dal 1950 (fonte: Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2019, UFE).

La Svizzera attualmente dispone di un approvvigionamento energetico sicuro e conveniente, ma fortemente basato su fonti energetiche non rinnovabili e di provenienza estera. In estate si esporta, in inverno si importa elettricità.

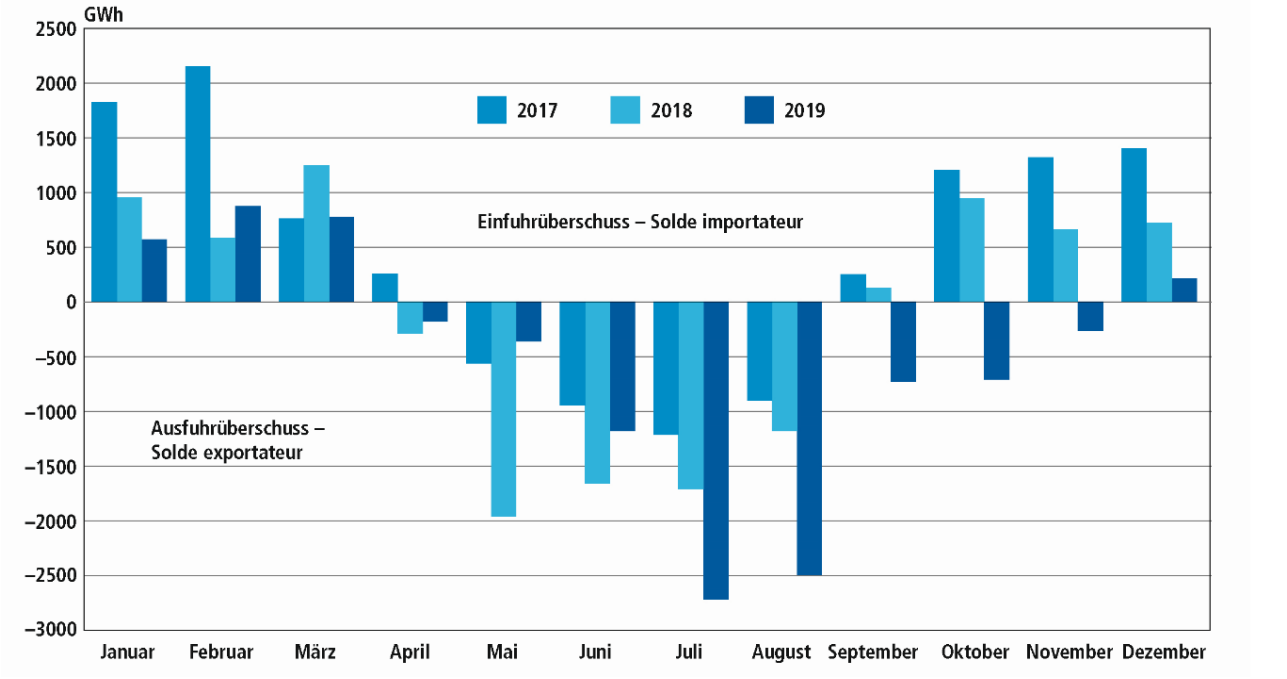

Figura 2 Saldo import/export elettricità in CH (fonte: Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2019, UFE).

Gli sviluppi economici e tecnologici in atto in ambito nazionale e internazionale stanno trasformando gradualmente ma in modo radicale sia l'approvvigionamento che il consumo di energia. Il consumo energetico svizzero dipende ancora al 60% da fonti di approvvigionamento di origine fossile.

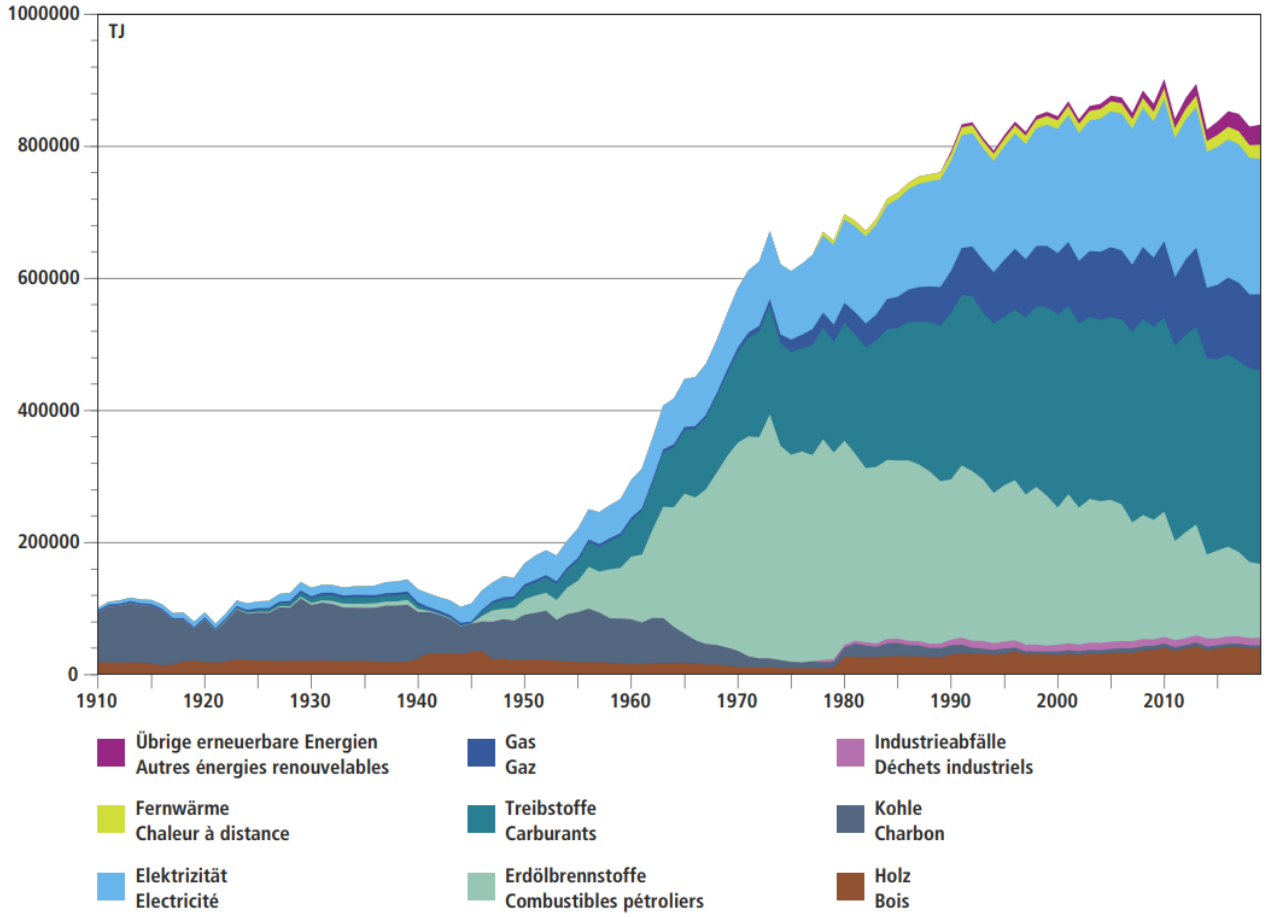

Figura 3 Consumo finale 1910-2019 secondo le fonti (fonte: Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2019, UFE).

Per preparare la Svizzera al futuro assetto energetico e rendere il nostro sistema energetico progressivamente più sostenibile, il Consiglio federale ha elaborato la Strategia energetica 2050, che dovrà consentire al nostro Paese di sfruttare con vantaggio le opportunità offerte dalla nuova situazione e di mantenere il suo elevato standard di approvvigionamento. Allo stesso tempo la Strategia energetica contribuirà a ridurre gli effetti ambientali negativi dovuti all'approvvigionamento energetico attuale, considerando anche la decisione del Consiglio federale dell'agosto 2019, che punta a un saldo netto delle emissioni di gas ad effetto serra pari a zero entro il 2050.

I principali temi introdotti nel diritto in materia di energia elettrica (leggi e ordinanze) e quelle in fase di elaborazione sono i seguenti:

- Supplemento di rete
- Promozione delle energie rinnovabili
- Regole per i gestori di rete e raggruppamento ai fini del consumo proprio
- Apertura totale del mercato elettrico (obiettivo 2022)
- Promozione dell'efficienza energetica

Va sottolineato che la Strategia energetica riguarda tutte le forme e gli utilizzi di energia, come rappresentato nel diagramma sottostante, e non solamente l'energia elettrica.

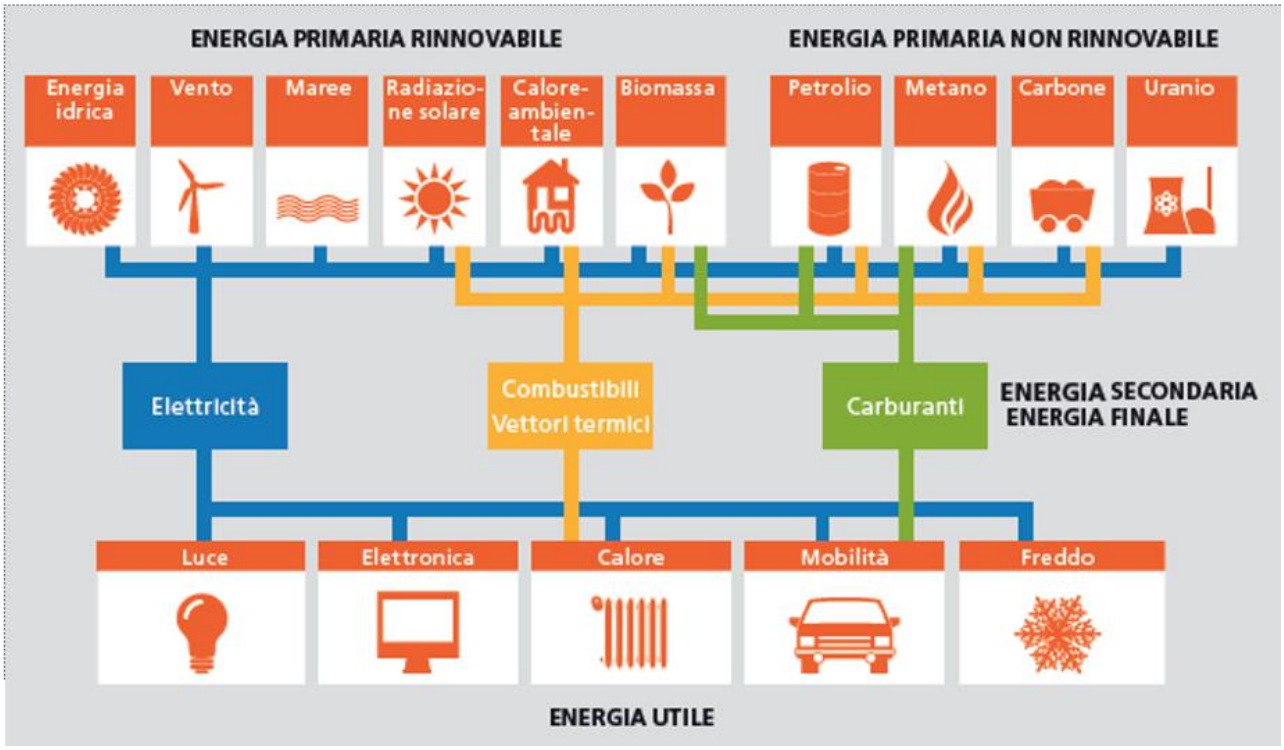

Figura 4 Energia e definizioni (fonte: Nozioni di base sull'energia, UFE).

Tutti i dettagli e gli approfondimenti aggiornati sono consultabili ai seguenti indirizzi:

www.strategiaenergetica2050.ch
www.monitoraggioenergia.ch

3.1.2 Politica energetica in Ticino

Il Piano energetico cantonale (PEC) definisce la politica energetica cantonale; con le Schede settoriali del 2010, il Rapporto per la consultazione e il Piano d'azione 2013 si sono approfondite le tematiche importanti nel contesto energetico e prese delle misure atte al raggiungimento degli obiettivi.

Il Dipartimento del territorio ha posto in consultazione nel 2019 la modifica della Len dell'8 febbraio 1994. L'obiettivo principale della proposta di modifica della Len è quello di aggiornare i principi relativi ai provvedimenti sull'utilizzazione dell'energia all'attuale stato dell'arte, descritto nel Modello delle prescrizioni energetiche (MoPEC 2014). Oltre a questo, si vogliono formalizzare in legge le prescrizioni già presenti nel Regolamento sull'utilizzazione dell'energia (RUEn) e applicate sul territorio cantonale da oltre un decennio. La consultazione si è conclusa lo scorso 30 settembre 2019. Per gli articoli riguardanti il PEC (art. 3, art. 4, art. 5 e art. 5a) non sono previste delle modifiche sostanziali.

Per quello che riguarda gli obiettivi per il fotovoltaico previsti dal PEC, quello per il 2020 pari a una potenza installata di 26 MW, è stato ampiamente superato già nel corso del 2014, mentre attualmente siamo al 90% dell'obiettivo fissato per il 2035 (99 MW). Visto che con l'attuale tasso di crescita anche l'obiettivo 2050 (189 MW) sarà raggiunto già tra circa 10 anni, gli obiettivi del PEC per il fotovoltaico sono sicuramente da aggiornare e rivedere. In sostanza l'obiettivo è stato raggiunto e superato, tuttavia esso è stato fissato ad un livello nettamente troppo basso. La strategia energetica 2050 fissa un obiettivo 10 volte superiore a quello del PEC.

Tutti i dettagli e gli approfondimenti aggiornati sono consultabili al seguente indirizzo:

www.ti.ch/pec

3.2 Politica climatica

La Svizzera persegue una politica attiva volta alla riduzione dei gas ad effetto serra e contribuisce in tal modo all'obiettivo della limitazione globale del riscaldamento climatico a una soglia massima di 2 gradi superiore alla temperatura media dell'era preindustriale, limitazione indispensabile al fine di evitare la catastrofe ambientale che altrimenti ne conseguirebbe.

L'attuale legge sul CO_2, caposaldo della politica climatica svizzera, pone l'accento sulla riduzione delle emissioni sul territorio nazionale e la applica mediante diversi strumenti ai settori edifici, traffico e industria, e in particolare:

- Entro il 2020 la Svizzera deve ridurre le sue emissioni di gas serra sul territorio nazionale di almeno il 20 per cento rispetto al 1990.
- L'obbligo di riduzione riguarda soprattutto i combustibili e i carburanti fossili, ma oltre al CO_2 sono considerati anche altri importanti gas serra.
- La legge sul CO_2 attribuisce alla Confederazione il ruolo di coordinare le misure di adattamento ai cambiamenti climatici.

Nel quadro dell'accordo di Parigi sul clima, la Svizzera si è impegnata a dimezzare entro il 2030 le sue emissioni di gas serra rispetto al livello del 1990. Per riuscirci è necessaria una revisione totale della legge in vigore sul CO_2 per il periodo successivo al 2020. Il 25 settembre 2020, dopo tre anni di deliberazioni, le Camere federali hanno approvato la revisione totale della legge sul CO_2.

Contemporaneamente occorre preparare lo sviluppo a più lungo termine, oltre il 2030. Il 28 agosto 2019 il Consiglio federale ha pertanto deciso che la Svizzera dovrà ridurre le sue emissioni di gas serra a un saldo netto pari a zero entro il 2050. Per concretizzare questo obiettivo, l'UFAM sta elaborando una strategia climatica a lungo termine, la quale illustrerà come la Svizzera può raggiungere tale obiettivo, creando al contempo le condizioni quadro per una discussione sul ruolo delle tecnologie a emissioni negative nella futura politica climatica della Svizzera.

Tutti i dettagli e gli approfondimenti aggiornati sono consultabili ai seguenti indirizzi:
www.bafu.admin.ch/bafu/it/home/temi/clima/info-specialisti/politica-climatica.html
www.bafu.admin.ch/bafu/it/home/temi/clima/info-specialisti/obiettivo-climatico2050.html

3.3 Il fotovoltaico quale elemento essenziale della sfida energetica e climatica

La missione è chiara: già nel 2017 con il "Sì" alla Legge sull'energia il popolo svizzero ha approvato di principio la transizione energetica. La Svizzera si è inoltre impegnata a rispettare l'obiettivo dei 2 gradi dell'Accordo di Parigi sul clima e ha sancito l'obiettivo di emissioni a "saldo netto zero" entro il 2050.

Con lo spegnimento dei quattro reattori nucleari ancora in funzione ci sarà una perdita di produzione annua di circa 20 TWh. La decarbonizzazione di tutti i settori, ossia la rinuncia quasi totale alle energie fossili, porterà ad un'ulteriore richiesta di elettricità di circa 20-25 TWh, soprattutto per l'elettromobilità e l'utilizzo delle pompe di calore; ciò significa che in futuro si dovranno produrre circa 40-45 TWh in più di elettricità da energie rinnovabili.

Il primo pacchetto di misure della Strategia energetica 2050, adottato nel 2017, copre tuttavia solamente il periodo fino al 2035 e definisce unicamente obiettivi indicativi per quanto riguarda la produzione di elettricità da energie rinnovabili (almeno 4'400 GWh entro il 2020; almeno 11'400 GWh entro il 2035 e 24'200 GWh entro il 2050).

In Svizzera con il connubio fotovoltaico ed idroelettrico sarà possibile produrre tutta l'elettricità necessaria a soddisfare il fabbisogno della popolazione e dell'economia. Swissolar raccomanda di puntare a 50 GW di potenza PV installata, anche se i 45 GW di impianti fotovoltaici che si potrebbe installare su superfici di tetti e facciate particolarmente adatte, sarebbero già sufficienti per raggiungere l'obiettivo dei 45 TWh. Infatti, con una potenza superiore, in inverno anche il fotovoltaico può contribuire sensibilmente alla sicurezza di approvvigionamento. Inoltre, l'elettricità solare in esubero d'estate potrebbe essere utilizzata per produrre altri vettori energetici (p.es. idrogeno o metano sintetico, utilizzabili per settori particolari, quali parte dei trasporti pesanti e su lunghe distanze).

Per quello che riguarda il Ticino, un possibile obiettivo per il fotovoltaico, considerando la percentuale del 4% della popolazione rispetto alla Svizzera, potrebbe essere di:

- 1 GW (secondo gli obiettivi indicativi della Strategia Energetica 2050)
  oppure
- 2 GW (secondo la raccomandazione di Swissolar)

Per raggiungere l'obiettivo di 2 GW (equivalente ad una produzione energetica di ca. 2'000 GWh/anno) in Ticino bisognerà aumentare di un fattore 4-5 la crescita annua che dovrebbe essere mediamente, per i prossimi 30 anni, di circa 60 MW.

Vi è sufficiente spazio su tetti e facciate, ma per motivi di tempo e approvvigionamento invernale ha senso sfruttare anche i potenziali non convenzionali. Potenziali che però, in alcuni casi, con l'attuale situazione quadro non possono essere ancora considerati. Va inoltre considerato che in alcune situazioni, per esempio nei nuclei tradizionali, oltre ad ostacoli di carattere pianificatorio e giuridico, non tutti i tetti si prestano per la realizzazione di impianti fotovoltaici interessanti a livello di resa energetica e di economicità.

3.4 Energia solare fotovoltaica

3.4.1 Introduzione

Il fotovoltaico è una tecnologia tecnologicamente matura, affidabile e a bassissimo impatto ambientale che permette di produrre direttamente energia elettrica grazie all'irraggiamento solare. La produzione di energia elettrica con impianti fotovoltaici è una realtà sempre più presente sia a livello mondiale che in Ticino. Gli impianti fotovoltaici si stanno diffondendo in maniera importante e questa tecnologia è conosciuta da tutti anche grazie alla sua facile e poco invasiva applicazione. Di seguito alcuni dati di base (medie, stato autunno 2020), che sono stati utilizzati nel presente studio, per gli impianti fotovoltaici standard con l'attuale stato dell'arte alle nostre latitudini:

- Superficie per ottenere una potenza di 1 kW — 5 m² (corrisponde a un'efficienza dei moduli del 20%)
- Durata di vita dell'impianto — 30 anni
- Resa energetica annua specifica — 1'000 kWh/kW
- Resa moduli dopo 25 anni — 85 % (rispetto all'efficienza iniziale)

A livello tecnologico, oltre alla sempre maggior efficienza dei moduli fotovoltaici che ha quale effetto una diminuzione della superficie per parità di potenza, è importante segnalare l'avvento negli ultimi anni a prezzi sempre più concorrenziali (vedi figura sotto) dei moduli bifacciali[1]. Questi tipi di moduli riescono a sfruttare l'energia solare su entrambi i lati della cella fotovoltaica, aumentando la produzione di corrente rispetto a un modulo fotovoltaico standard, specialmente in condizioni contraddistinte da un elevato albedo (in pratica in situazioni con molta radiazione diffusa, proveniente p.es. da riflessi del terreno circostante), quali le regioni di montagna con la neve. Inoltre, la finitura trasparente che contraddistingue questi moduli li rende particolarmente adatti per le tettoie ed altre soluzioni in cui l'estetica è particolarmente importante.

Modulklasse	€/Wp	Trend seit Juli 2020	Trend seit Januar 2020
Kristalline Module			
Bifacial	0,32	- 3,0 % ↘	- 17,9 % ↘
High Efficiency	0,30	- 3,2 % ↘	- 6,3 % ↘
All Black	0,32	- 3,0 % ↘	- 3,0 % ↘
Mainstream	0,21	- 4,5 % ↘	- 16,0 % ↘
Low Cost	0,15	0,0 % ➡	- 11,8 % ↘

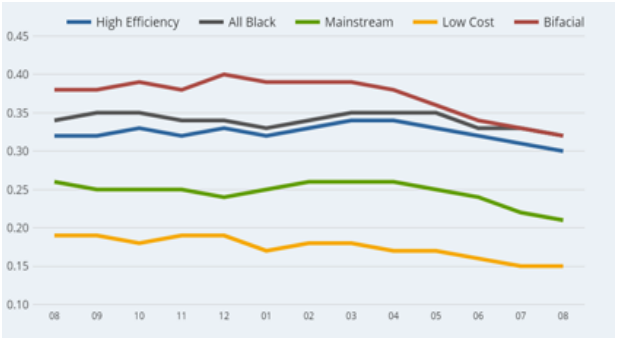

Figura 5 Costo €/W_P al mese di agosto 2020 di diverse tipologie di moduli PV e il loro andamento nell'ultimo anno (fonte: https://www.pvxchange.com/en/news/price-index).

3.4.2 Fotovoltaico nel mondo e in Svizzera

A livello mondiale, a fine 2019 risulta installata una potenza di fotovoltaico di 627 GW; tra le nazioni e le zone con il tasso di crescita più elevata negli ultimi anni figurano soprattutto la Cina, l'Unione Europea, gli Stati Uniti, l'India e il Giappone.

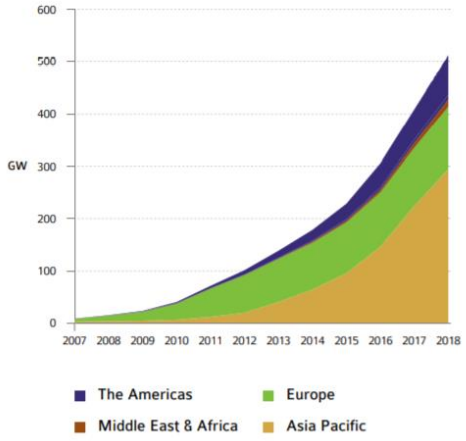

Figura 6 Evoluzione della potenza installata di fotovoltaico a livello mondiale (fonte: Trends in Photovoltaic Applications 2019, IEA- Internation Energy Agency).

[1] www.pv-magazine.com/2020/08/19/bifacial-modules-the-challenges-and-advantages/

Nel 2019, sempre a livello mondiale la crescita totale della potenza di nuovi impianti di produzione di elettricità, di tutte le tecnologie, è stata trascinata proprio dal fotovoltaico, che ha rappresentato quasi il 50% del totale.

Per la Svizzera, l'energia elettrica prodotta grazie al sole è destinata a diventare il secondo pilastro più importante dopo l'idroelettrico per assicurare il nostro approvvigionamento energetico futuro e offre interessanti prospettive anche in termini di posti di lavoro.

In Svizzera, a fine 2019 erano in funzione ca. 100'000 impianti per una potenza totale di 2.5 GW, la cui produzione corrisponde al 4% del fabbisogno elettrico in Svizzera. Nel settore del fotovoltaico svizzero vi sono ca. 6'000 posti di lavoro a tempo pieno e la cifra d'affari era nel 2019 di oltre 600 Mio CHF.

La crescita del fotovoltaico, sia nel nostro Paese che a livello mondiale, è importante anche se ancora al di sotto di quella che dovrebbe essere per raggiungere gli obiettivi energetici e climatici prefissati.

È interessante sapere che l'IEA, l'Agenzia internazionale per l'energia, ipotizza che già nel breve periodo (entro il 2024) a livello mondiale la potenza installata di impianti di produzione elettrica da fonti rinnovabili è destinata ad aumentare del 50%, in gran parte grazie al fotovoltaico, come evidenziato dal grafico sottostante:

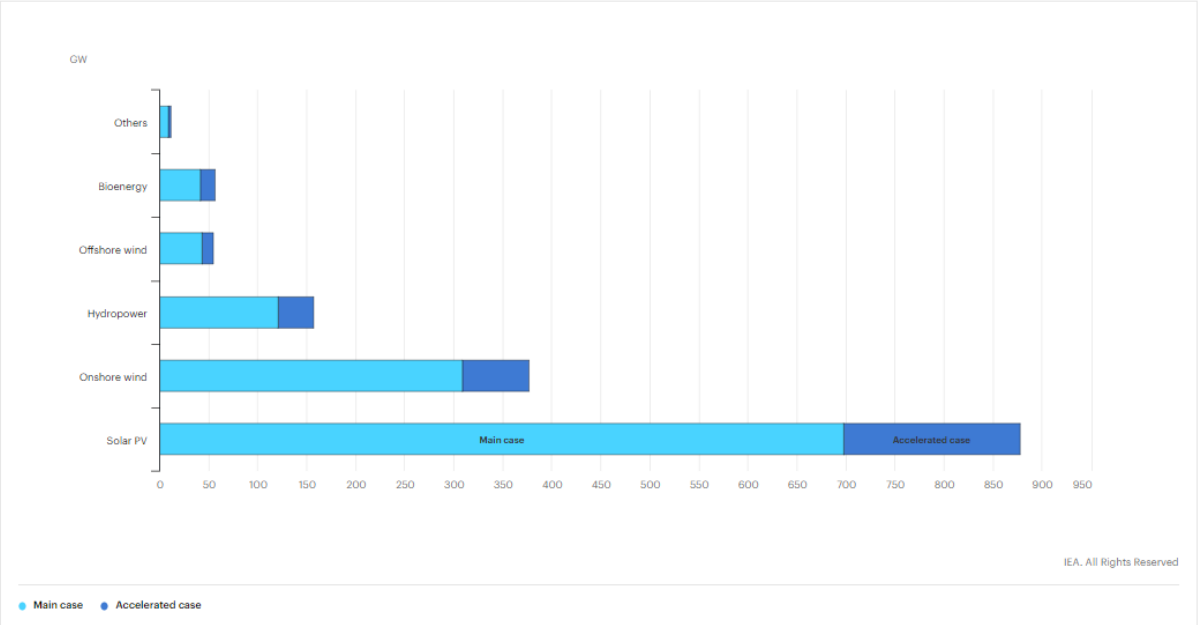

Figura 7 Stime della crescita della potenza di impianti rinnovabili dal 2019 al 2024 (fonte: Renewables 2019, IEA-International Energy Agency).

3.4.3 Fotovoltaico in Ticino

In Ticino, a fine 2019 il numero totale di impianti installati si avvicina ai 5'000 (4'945), per una potenza installata di 89 MW. Tale potenza corrisponde a una produzione totale stimata di circa 98 GWh e ad una copertura del consumo di elettricità del 3,1%.

La maggior parte degli impianti installati (94%) hanno una potenza inferiore ai 30 kW. Questo limite di potenza spesso non dipende dalle dimensioni del tetto a disposizione ma piuttosto dai limiti dei programmi d'incentivazione e all'impossibilità di fare autoconsumo, aspetto quest'ultimo che incide notevolmente sulla redditività dell'impianto. Gli impianti con una potenza tra i 100 e i 1'000 kW pur essendo solo il 2.3% in termini di numero di impianti, ricoprono il 33.7% delle potenze installate mentre gli impianti con più di 1 MW si contano sulle dita di una mano.

Tabella 1 Dato cumulato impianti installati a fine 2019 e relative potenze, ripartite per classi di potenza (fonte ISAAC)

Classi [kW]	N° impianti a fine 2019		Potenza a fine 2019 [kW]	
0-10	3'535	*(71.5%)*	24'043	*(26.9%)*
10-30	1'134	*(22.9%)*	19'919	*(22.3%)*
30-100	158	*(3.2%)*	9'300	*(10.4%)*
100-1000	114	*(2.3%)*	30'162	*(33.7%)*
>1000	4	*(0.1%)*	6'033	*(6.7%)*
Totali	**4'945**	***(100%)***	**89'456**	***(100%)***

La Figura 8 mostra le potenze installate annualmente (istogrammi in blu) e la potenza media dei singoli impianti (rombi in rosso) in Cantone Ticino. La potenza media nel periodo 2010-2019 è pari a 8.7 MW (linea tratteggiata blu).

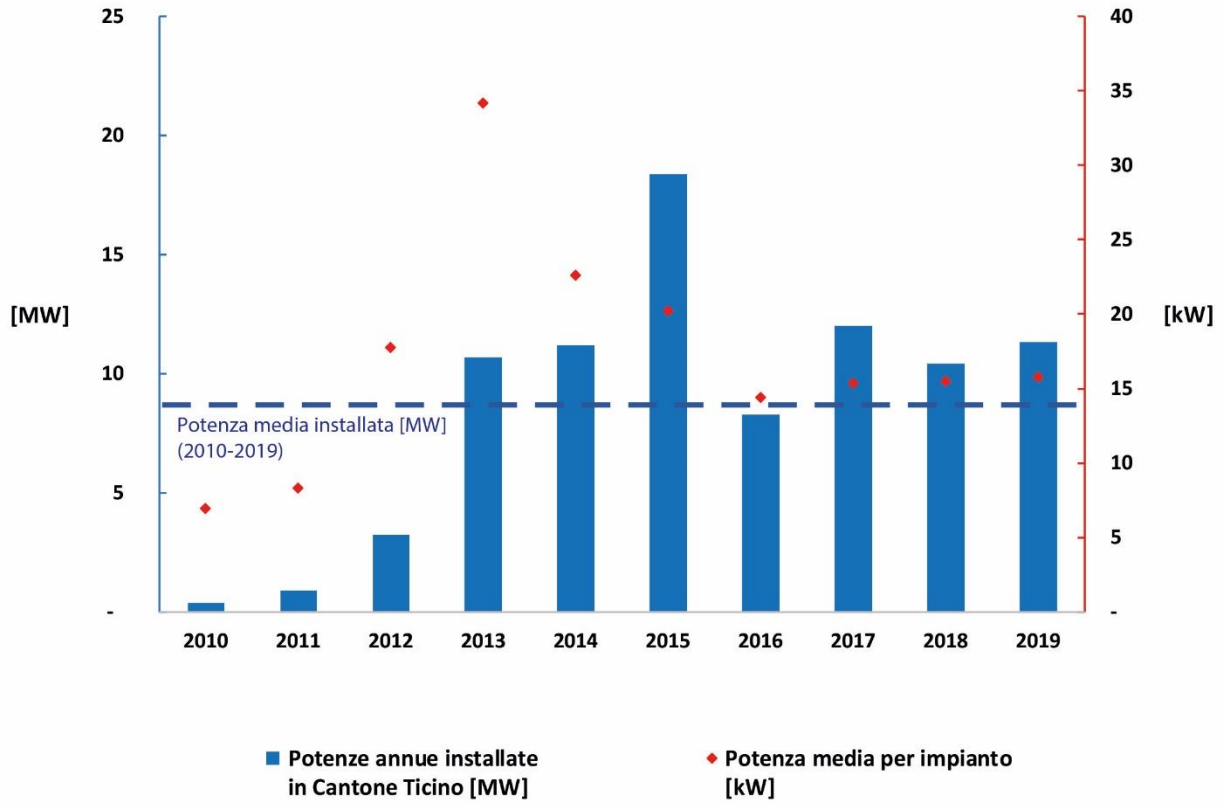

Figura 8 Potenze annue installate in Ticino e dimensione media dell'impianto fotovoltaico [kW] (fonte: ISAAC).

A titolo di confronto con altre realtà può essere interessante usare come indicatore la potenza pro capite di fotovoltaico installata e la percentuale di corrente solare in rete:

Tabella 2 Confronti tra nazioni e regioni a livello di potenza pro capite di PV. Fonti: IEA PVPS, 2020 Snapshot of Global PV Markets + statistica solare Svizzera e del Canton Ticino

Nazione o regione	Potenza pro capite di PV installata a fine 2018 (Wp/persona)	Percentuale di corrente solare rispetto al consumo elettrico
Germania	595	8.6%
Australia	585	8.1%
Giappone	497	7.6%
Italia	345	7.5%
Svizzera	291	3.8%
Canton Ticino	254	3.1%

3.4.4 Costo dell'energia fotovoltaica

Il costo di un impianto fotovoltaico è composto da diverse voci: moduli fotovoltaici, ondulatori, struttura portante, sicurezza cantiere e permanente, amministrazione e progettazione, mano d'opera, materiale elettrico, logistica, trasporti e altri costi.

La drastica diminuzione dei costi dei moduli fotovoltaici, avvenuta negli ultimi 10 anni, ha permesso di far diventare l'installazione di impianti fotovoltaici sempre più interessante anche dal punto di vista economico.

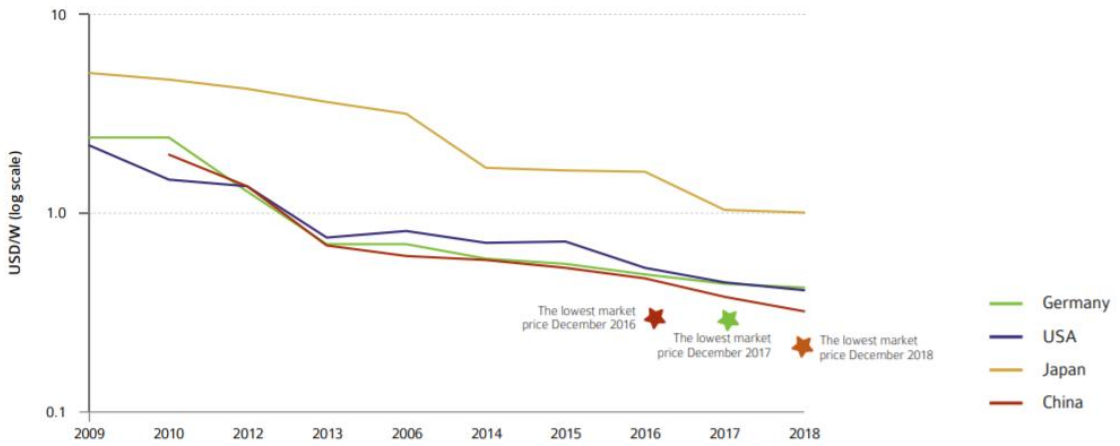

Figura 9 Evoluzione del prezzo dei moduli PV in 4 differenti Paesi, in US$/Watt (fonte: Trends in Photovoltaic Applications 2019, IEA- Internation Energy Agency).

Nello studio "Observation du marché photovoltaïque 2019", elaborato per conto di SvizzeraEnergia, sono stati raccolti oltre 2'000 dati per fornire un quadro del mercato svizzero del fotovoltaico nel 2019. Lo studio fa il punto sui costi degli impianti fotovoltaici e analizza i costi complessivi tenendo conto di tutti i parametri necessari per la realizzazione.

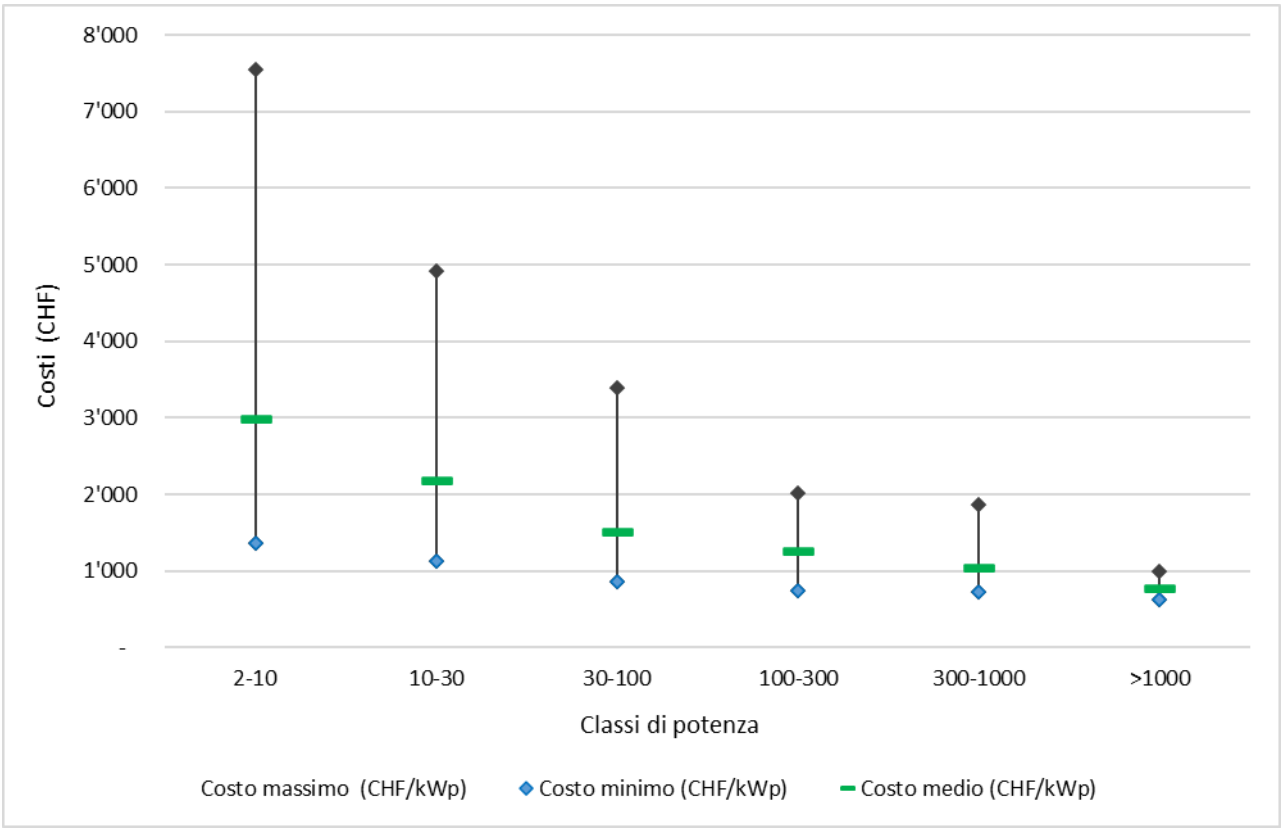

Figura 10 Costi minimi, medi e massimi (in franchi), secondo la dimensione degli impianti fotovoltaici in Svizzera, nel 2019 (fonte: Observation du marché photovoltaïque 2019; SvizzeraEnergia).

Per impianti di dimensioni superiori ai 300 kW il costo si aggira attorno ai 1'000 CHF/kWp. Con i valori raggiunti dai costi degli impianti fotovoltaici, l'energia elettrica prodotta diventa ancora più concorrenziale rispetto ad altri vettori energetici. A tal proposito è stato quantificato, utilizzando il calcolatore di economicità per impianti fotovoltaici presente sul sito di Swissolar, il costo del kWh prodotto rispettivamente da un impianto fotovoltaico standard di 300 kW e da un altro di 1 MW di potenza. Sono stati utilizzati i seguenti dati di input:

Durata di vita dell'impianto	30 anni
Resa energetica annua specifica	1'000 kWh/kW
Resa moduli dopo 25 anni	82% (rispetto all'efficienza iniziale)
Costi specifici di gestione e manutenzione	0,01 CHF/kWh

Tasso d'interesse del capitale	1 %
Tariffa di ripresa dell'energia elettrica	0,075 CHF/kWh per impianti con incentivo (tariffa di ripresa media degli ultimi anni)
Percentuale di autoconsumo	0%

La *Tabella 3* mostra i risultati ottenuti sia per quello che riguarda il costo del kWh che il PayBack [2] dell'investimento contemplando i casi con e senza incentivo per due dimensioni di impianto fotovoltaico.

Tabella 3 Costo di produzione PV secondo la situazione ipotizzata

	Impianto da 300 kW	Impianto da 1 MW
Costo kWh con incentivo (ct.)	3,8	3.4
Costo kWh senza incentivo (ct.)	4,9	4,5
Payback con incentivo (anni)	11	10
Payback senza incentivo (anni)	17	15

A titolo di paragone il prezzo medio dell'elettricità in Svizzera nel 2020 è di 6,77 cts/KWh (fonte ElCom). Si può quindi sostenere che la produzione fotovoltaica sia già la fonte di approvvigionamento energetico più concorrenziale, e questo anche senza considerare gli incentivi federali, che attualmente sono previsti per tutti i tipi di installazioni (su edifici, in campo aperto, in integrazione architettonica).

3.5 Produzione fotovoltaica invernale

Vista la sua posizione geografica, la Svizzera consuma un po' più elettricità nel semestre invernale che in quello estivo. Dal 2007 al 2019, questo sbilanciamento semestrale è leggermente aumentato a 33,8 TWh di consumo invernale rispetto ai 28,0 TWh di consumo estivo[3].

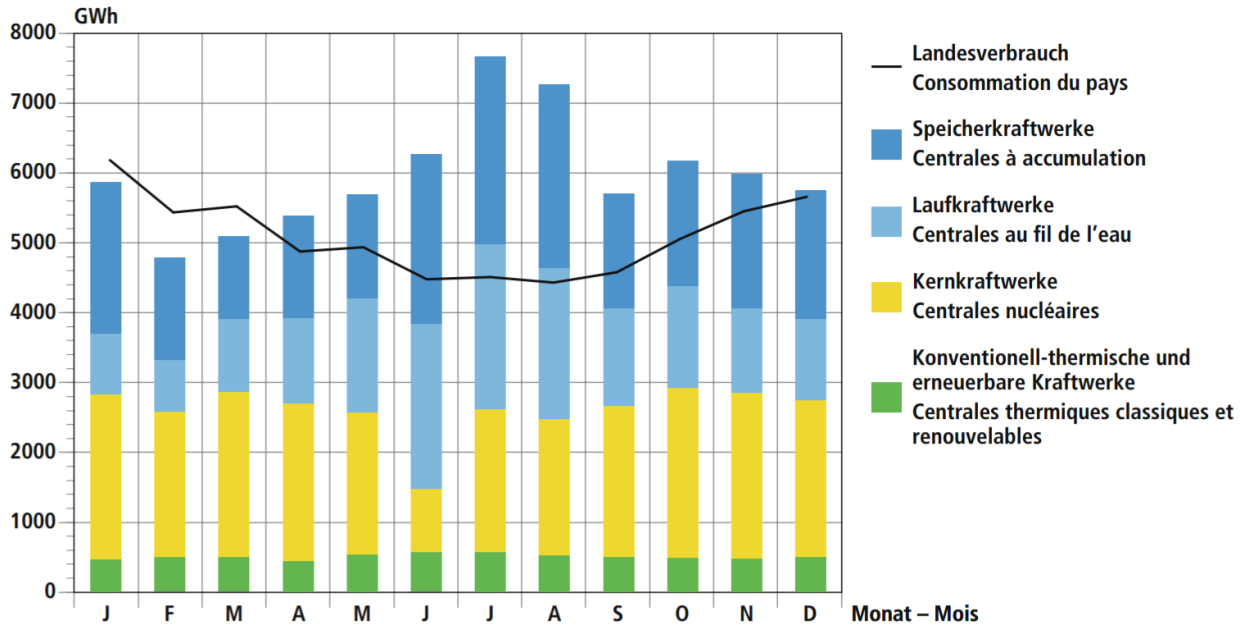

Figura 11 Quote mensili di produzione e di consumo nazionale nell'anno solare 2019 (fonte: Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2019, UFE).

Per i seguenti motivi in futuro il divario semestrale tra produzione e consumo sarà ancora più marcato:

- Abbandono del nucleare
- Sostituzione di impianti di riscaldamenti a olio e gas con pompe di calore
- Aumento della mobilità elettrica
- Aumento della produzione fotovoltaica

Vi sono comunque dei fattori, causati dal cambiamento climatico, che andranno a mitigare parzialmente questa tendenza:

- Aumento del fabbisogno di elettricità per il raffrescamento
- Diminuzione del fabbisogno di energia per il riscaldamento

[2] Payback : il numero di anni necessari per recuperare l'investimento iniziale.
[3] Landesverbrauch gemäss Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2019

Il fotovoltaico, potenzialmente la nuova fonte di energia rinnovabile più importante per la strategia energetica 2050, mostra in Svizzera tipicamente il comportamento opposto. Sebbene i moduli PV siano tecnologicamente più efficienti in inverno rispetto all'estate (circa il 4% in più di efficienza per una riduzione della temperatura di dieci gradi Celsius), la resa energetica nella metà dell'anno invernale è sensibilmente inferiore a quella della metà estiva, poiché il numero di ore di sole in estate è significativamente più alto rispetto all'inverno.

Per contrastare questo divario è importante considerare un posizionamento dei moduli fotovoltaici che sfrutti maggiormente la produzione invernale. Tipicamente questo si ottiene inclinando maggiormente i moduli PV (minore produzione annuale assoluta, ma migliore distribuzione durante l'anno).

Studi, eventi e presentazioni sono consultabili ai seguenti indirizzi:
https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/9825
www.ekz.ch/content/blue-internet/de/innovation/2020/Totalp.html
www.bulletin.ch/de/news-detail/wintersonne-fuer-die-versorgungssicherheit.html
www.alpenforce.com/de/sommertagung-2019/praesentationen
www.swissolar.ch/fileadmin/user_upload/Tagungen/PV-Tagung_2020/PVT20_4.4_Christof_Bucher.pdf

3.6 Condizioni quadro

In Svizzera, negli ultimi decenni si sono sicuramente fatti dei passi avanti per creare delle condizioni quadro progressivamente più favorevoli, che assieme all'evoluzione (calo) del prezzo degli impianti e alla maturità tecnologica hanno concorso allo sviluppo del fotovoltaico.

Tra i più importanti si possono citare:

- la possibilità di realizzare impianti fotovoltaici allacciati alla rete elettrica pubblica, ed il cui esubero di produzione rispetto al fabbisogno dell'edificio può essere immesso in rete,
- l'obbligo, per i gestori delle reti di distribuzione, di riprendere questo esubero di produzione e di rimunerarlo con una tariffa stabilita in base a criteri di mercato (attualmente tuttavia decisamente troppo bassa nella maggior parte dei casi),
- un sistema di incentivazione federale diretta basato dal 2009 su una tariffa incentivante per ogni kWh di corrente solare immessa in rete, sostituito in seguito di una rimunerazione unica iniziale (incentivo una tantum),
- una certa semplificazione, in determinati casi e per impianti solari sufficientemente adattati ai tetti, della procedura di autorizzazione edilizia, grazie alla modifica della Legge e dell'Ordinanza federale sulla pianificazione del territorio,
- l'introduzione della possibilità di creare dei "Raggruppamenti ai fini del consumo proprio", per condividere la corrente di un impianto fotovoltaico con i proprietari dei fondi confinanti o con gli inquilini di edifici plurifamiliari.

Per un ulteriore marcata crescita del settore, auspicabile e necessaria come ampiamente descritto nei capitoli precedenti, sono però necessari ulteriori miglioramenti delle condizioni quadro. Essi dovranno riguardare tra le altre cose:

- l'eliminazione di divieti (sanciti in leggi, ordinanze e regolamenti oppure semplicemente applicati per prassi corrente) che proibiscono in modo assoluto e senza distinzioni la realizzazione di impianti fotovoltaici in determinati ambiti (cfr. Legge Energia del Canton Ticino, che vieta sistematicamente impianti solari su superfici lacustri, anche artificiali),
- la creazione di un sistema di incentivazione anche per impianti su oggetti (edifici o altro) che presentano una possibilità di autoconsumo scarso o nullo (p.es. depositi, edifici agricoli, infrastrutture, ecc.),
- la semplificazione dell'iter burocratico legato alla realizzazione degli impianti, iter che oggi, in particolare per potenze medio-piccole, è assolutamente sproporzionato ed eccessivamente costoso,
- un sistema di salvaguardia delle condizioni di economicità dei nuovi impianti fotovoltaici anche in caso di apertura totale del mercato elettrico svizzero,
- la facilitazione di soluzioni organizzative, di finanziamento e di commercializzazione della corrente solare innovative (p.es. contracting solare, Smart Grid, ecc.),
- la creazione di possibilità di valorizzazione trasversale della corrente fotovoltaica (p.es. pompaggio in impianti idroelettrici utilizzando l'esubero di elettricità solare).

4 Metodologia applicata per lo studio

Per la valutazione sommaria del potenziale di fotovoltaico non convenzionale in Ticino sono stati considerati quei settori in cui attualmente non vi sono applicazioni esistenti, sia per motivi di opportunità ma anche per restrizioni di normative e leggi.

Per ogni settore sono state raccolte di informazioni riguardanti:

- esempi concreti già presenti in altri cantoni e nazioni
- superfici presenti sul territorio cantonale
- limiti ed ostacoli

Sulla base dei dati raccolti è stata fatta la valutazione dei potenziali e dell'idoneità tecnica.

4.1 Vari tipi di potenziali

- Il "potenziale fisico/teorico" si riferisce all'approvvigionamento fisico totale di una certa fonte di energia nell'area di studio in esame, senza tenere conto delle effettive restrizioni d'uso. Non si tratta di una quantità assoluta, poiché può cambiare a seconda dell'efficienza tecnologica e delle possibilità di applicazione della tecnologia sul mercato (ad es. le applicazioni su superfici d'acqua "Floating PV" o superfici stradali solari, attualmente in fase di test pilota).
- Il "potenziale tecnico" è la parte di potenziale teorico che può essere sfruttato tenendo conto delle restrizioni tecniche date. Poiché il potenziale tecnico dipende anche dalla tecnologia e dalle condizioni quadro, esso può cambiare nel tempo; ad es. a seconda delle norme e delle leggi. (ad es. i carichi di neve e vento prescritti).
- Il "potenziale economico" si riferisce alla parte di potenziale valorizzabile a costi totali per la conversione energetica paragonabili a quella di altri sistemi, o comunque concorrenziale a livello di mercato (tenendo conto di tutti i fattori, incentivi inclusi). La determinazione del potenziale economico dipende da ipotesi e da parametri di influenza fluttuanti (ad es. prezzi sul mercato dell'energia elettrica, incentivi, tasso d'interesse, periodo di ammortamento, andamento dei prezzi, ecc.)
- Il "potenziale ecologico" indica la parte di potenziale che è sfruttabile in considerazione di aspetti ecologici di vario genere. Dal momento che di per sé il fotovoltaico è una tecnologia che richiede poca energia grigia (il cui tempo di recupero da noi ammonta a 2-3 anni e che quindi, considerata la durata di vita di 25-30 anni degli impianti viene recuperata da 15 a 20 volte), gli aspetti ecologici che potrebbero limitare l'uso di una parte di potenziale riguardano più che altro aspetti esterni. Pure la questione del riciclaggio e recupero del materiale dei moduli al termine della loro durata di vita (i principali materiali utilizzati sono il silicio, uno degli elementi più diffusi sulla terra, e il vetro) non pongono particolari problemi.
- Il "potenziale socialmente accettabile" è quella parte di potenziale che si presume sia considerata come accettabile a livello sociale e culturale (autorità, popolazione, gruppi di interesse, ecc.). Esso è naturalmente influenzato da molti elementi di varia natura (contesto, cultura, abitudini, disponibilità al compromesso, consapevolezza della sfida in gioco a livello energetico e climatico ma anche delle opportunità, sostegno o opposizione da parte di determinati gruppi di interesse, lavoro dei media e dei promotori, sinergia con altri settori come il turismo, ecc.).

Nel presente studio si considerano soprattutto i potenziali tecnici nei vari ambiti, perché lo scopo è far riflettere su quali settori e progetti potrebbero a medio termine diventare interessanti. Va quindi considerato che sussiste un certo margine di interpretazione.

4.2 Basi, dati utilizzati, fonti

Le principali fonti dati utilizzate per stimare i potenziali sono state:

- Copertura del suolo a colori della misurazione ufficiale
- Tabelle ufficio statistica cantonale
- Mappe e banche dati pubbliche su carta o su internet (map.geo.admin.ch, ecc.)
- Altro (wikipedia, documentazione tecnica e rapporti esistenti)

4.2.1 Copertura del suolo a colori

La copertura del suolo a colori è un'informazione che si trova all'interno dei dati della misurazione ufficiale on-line (www.ti.ch/mu), che vengono aggiornati a ritmo periodico. È possibile interrogare i dati del livello attivo ed ottenere ad esempio la superficie tecnica dei fondi e degli edifici, la descrizione e la superficie tecnica delle altre zone di copertura suolo, la descrizione degli oggetti singoli, il geometra revisore, ecc.

Figura 12 Estratto riguardate la copertura del suolo a colori della misurazione ufficiale on-line (fonte: SITmap – Misurazione ufficiale).

Le categorie presenti nella copertura del suolo sono 33 e permettono di differenziare le zone naturali da quelle dove vi sono state delle trasformazioni edilizie. Di seguito la tabella riassuntiva con le categorie in ordine decrescente per i dati della superficie.

Tabella 4 Categorie copertura suolo e loro superfici in Ticino (fonte SITmap)

Categoria	Superficie (m²)	Categoria	Superficie (m²)
bosco fitto	1'062'389'109	pascolo boscato fitto	7'295'687
prato, campo, pascolo	525'314'119	strada cantonale	7'080'739
altra senza vegetazione	200'440'557	strada nazionale	2'802'394
rocce	169'262'189	ferrovia	2'768'233
altro bosco	95'527'658	sentiero	1'861'149
specchio d'acqua	80'904'605	cava di ghiaia, discarica	1'771'387
pietraia, sabbia	62'381'439	ghiacciaio, nevaio	1'770'185
giardino, parco	52'032'390	marciapiede	1'533'804
edificio	23'770'141	altra coltura intensiva	1'458'253
altro rivestimento duro	22'587'938	altro bacino idrico	1'074'443
vigna	13'689'588	canale	867'384
strada comunale	13'171'582	torbiera	382'800
pascolo boscato rado	12'704'324	aeroporto	340'249
fiume	12'700'007	piscina	301'434
altro humus	9'914'978	canneto	133'406
torrente	8'717'468	spartitraffico	86'477
altra strada	7'438'548	**TOTALE**	**2'404'474'664**

Il totale delle superfici della copertura del suolo a colori, presenti nella misurazione ufficiale, è 2'404 km², 15% inferiore alla superficie del Canton Ticino che è di 2'812 km², in quando vi sono delle zone dove i dati non sono ancora stati validati; in ogni caso si tratta superfici prevalentemente caratterizzate da bosco o altre superfici naturali.

4.2.2 Tabelle ufficio statistica cantonale

L'Ufficio di statistica del Cantone Ticino (Ustat) è il servizio centrale della statistica cantonale. Produce e diffonde per la collettività e per lo Stato i seguenti elementi: dati, elaborazioni, contributi analitici di vario genere e livello di approfondimento, consulenze statistiche e tematiche. I temi che tratta sono quelli contemplati dalla statistica pubblica, dal tema 01 Popolazione a 21 Sviluppo sostenibile e disparità regionali. Nell'ambito di questo studio sono stati consultati i prodotti (tabelle e pubblicazioni) riguardanti principalmente i seguenti temi:

- 02 Territorio e ambiente
- 07 Agricoltura e selvicoltura
- 08 Energia

5 Fotovoltaico su opere idroelettriche

5.1 Premesse

Il Ticino, assieme ad Uri, Grigioni e Vallese è uno dei Cantoni svizzeri con la maggiore produzione idroelettrica. Nel nostro cantone viene prodotto ca. l'11% del totale nazionale di elettricità da forza idrica[4], in gran parte in impianti idroelettrici con sbarramenti di accumulazione.

Su un totale nazionale di 674 centrali idroelettriche di potenza medio-grande (> 300 kW), che hanno complessivamente una potenza di oltre 13'000 MW, circa una quarantina (con una potenza complessiva di oltre 1'600 MW) sono attualmente in esercizio in Ticino.

A livello svizzero la Strategia energetica 2050 prevede per i prossimi decenni un certo aumento della produzione annuale media di energia proveniente dalla forza idrica, da raggiungere sia tramite ammodernamento e potenziamento delle centrali esistenti, sia tramite la realizzazione di alcuni nuovi impianti idroelettrici, naturalmente nel rispetto di severi princìpi di tutela dell'ambiente.

Per queste infrastrutture ovviamente lo scopo principale è quello di produrre energia elettrica a costi interessanti per il mercato e nel rispetto di numerosi criteri ambientali. Alcuni esempi e progetti recenti indicano tuttavia che determinate opere (sbarramenti e altre costruzioni o infrastrutture) si potrebbero prestare anche per l'installazione di moduli fotovoltaici e la produzione di corrente solare. È inoltre interessante sapere che anche in Ticino per determinate opere si sta ragionando su possibili interventi strutturali, p.es. innalzamento di alcuni sbarramenti ad accumulazione, in funzione di una maggiore produzione idroelettrica, in particolare in determinate stagioni. Questi lavori potrebbero quindi teoricamente essere combinati con l'integrazione di impianti fotovoltaici di grande taglia.

A livello paesaggistico è utile ricordare che, pur se integrate nel territorio ed in gran parte diventate elementi caratteristici del paesaggio (quando non addirittura attrazioni turistiche), si tratta pure sempre di opere artificiali che esistono solamente da alcune decine di anni. A certe condizioni, una leggera modifica del loro aspetto può quindi ragionevolmente essere considerata un intervento paesaggistico accettabile, considerato che la vera modifica drastica del paesaggio è avvenuta quando le opere sono state costruite, negli anni dal 1950 al 1970.

È ragionevole ritenere che, di principio e come dimostrato da alcuni esempi concreti, in una certa misura le infrastrutture idroelettriche (in particolare gli sbarramenti ed ev. anche alcune condotte forzate) potrebbero prestarsi per la posa di impianti fotovoltaici. Per loro natura, molte di queste infrastrutture hanno un'inclinazione piuttosto elevata (spesso vicino alla verticale) e si trovano in parte in zone in quota con un certo innevamento durante diversi mesi all'anno (ciò che favorisce di principio la produzione invernale, sia per le basse temperature che per le riflessioni dal terreno circostante). È presumibile che presso tali infrastrutture o nelle vicinanze sia spesso già presente la rete elettrica, magari spesso con le caratteristiche adeguate a permettere l'allacciamento di impianti fotovoltaici di taglia medio-grande (tensione e potenza allacciabile). La posa dei moduli complanare alle infrastrutture sarebbe probabilmente la soluzione più razionale, sia per una questione estetica e di contenimento dei costi che per motivi pratici (scivolamento della neve, ecc.).

Anche in Svizzera vi sono attualmente alcune iniziative e progetti che riguardano l'integrazione di impianti fotovoltaici in infrastrutture idroelettriche esistenti.

5.2 Esempi

Esempio 1:	**Diga dell'Albigna**
Luogo:	Bregaglia (GR)
Stato del progetto:	In funzione (da settembre 2020)
Quota:	2'100 m.s.m
Potenza installata:	410 kWp
Produzione annua:	ca. 500 MWh
Produzione specifica:	ca. 1'200 kWh/a kWp
Numero moduli:	ca. 1'200, 2'176 m^2
Costi di produzione:	non conosciuti
Investitore:	EWZ (Azienda elettrica della città di Zurigo, proprietaria dello sbarramento)
Fonte dei dati, links:	www.ewz.ch/de/ueber-ewz/newsroom/medienmittteilungen/Solar-Albigna-produziert-ab-September.html

[4] Vedi statistiche su www.bfe.admin.ch/bfe/it/home/approvvigionamento/energie-rinnovabili/forza-idrica.html

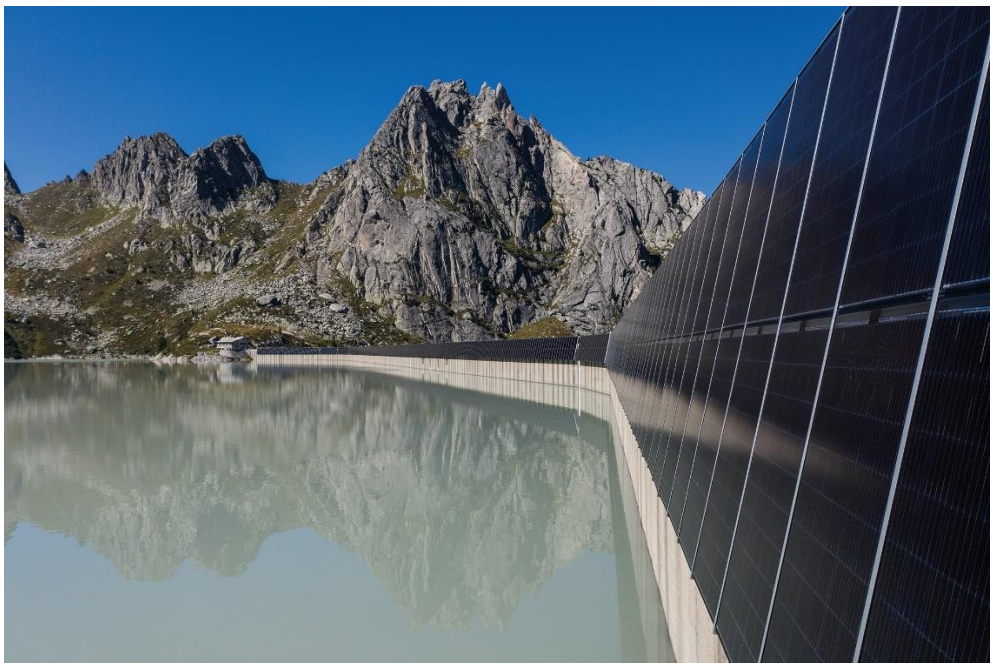

Figura 13 Impianto fotovoltaico sulla diga dell'Albigna (© EWZ).

Esempio 2:	**Diga Muttsee**
Luogo:	Muttsee (GL)
Stato del progetto:	In fase di studio
Quota:	2'500 m.s.m
Potenza installata:	2'000 kWp
Produzione annua:	ca. 2'700 MWh (di cui ca. il 50% durante la stagione invernale)
Produzione specifica:	ca. 1'350 kWh/a kWp
Numero moduli:	ca. 6'000, ca. 10'000 m^2
Costi di produzione:	non conosciuti
Investitore:	AXPO (Azienda elettrica, sbarramento di proprietà della Kraftwerke Linth-Limmern AG)
Fonte dei dati, links:	www.axpo.com/ch/de/ueber-uns/energiewissen.detail.html/energiewissen/pionierprojekt-in-den-schweizer-alpen.html

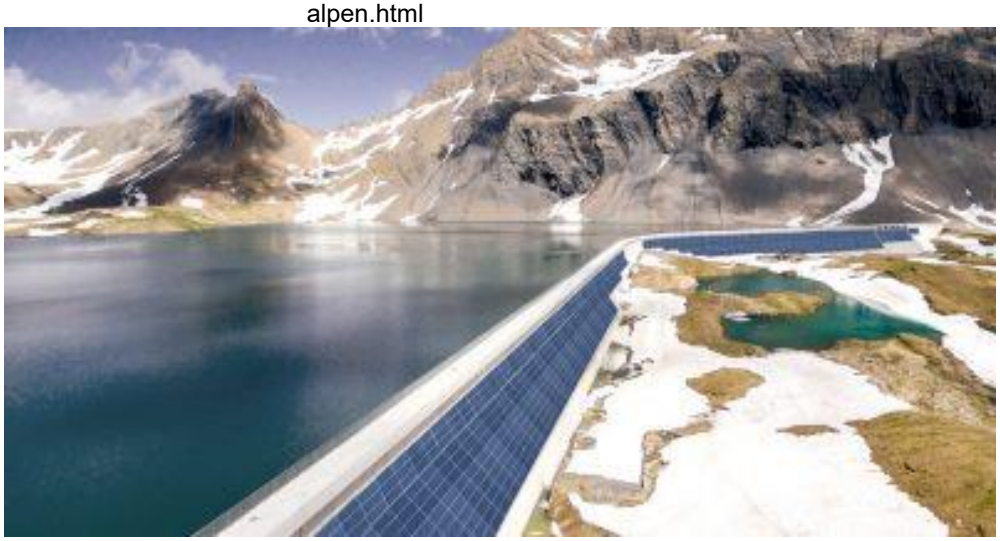

Figura 14 Rendering impianto fotovoltaico sulla diga Muttsee (© Axpo).

Esempio 3:	**Condotta forzata Ritom**
Luogo:	Quinto
Stato del progetto:	Proposta (studio) preliminare da parte dell'Ing. Tino Celio
Quota:	da 1'000 a 1'794 a m.s.m
Potenza installata:	ca. 1'100 kWp
Produzione annua:	ca. 1'200 MWh
Produzione specifica:	ca. 1'090 kWh/a kWp
Numero moduli:	ca. 3'500, ca. 5'600 m^2
Costi di produzione:	non conosciuti
Investitore:	-
Fonte dei dati, links:	Studio preliminare dell'Ing. Tino Celio, stato 2019
N.B.:	La centrale idroelettrica del Ritom (del tipo pompaggio-turbinaggio, risp. 120 MW e 60 MW) è attualmente oggetto di un ammodernamento (investimento ca. 250 Mio CHF), che include la realizzazione a valle di un bacino di demodulazione di 100'000 m^3 (stima: 40'000 m^2), che di principio potrebbe pure prestarsi per la posa di un impianto fotovoltaico galleggiante.

5.3 Stima del potenziale

Per la stima del potenziale teorico esistente si è fatto capo a dati disponibili pubblicamente (su internet o pubblicazioni) riguardanti le infrastrutture dei singoli sbarramenti idroelettrici (in particolare da www.swissdams.ch). Nel limite del possibile e considerati lo scopo ed i limiti del presente studio si è cercato di tenere conto:

- Dell'inclinazione e dell'orientamento dei singoli sbarramenti e quindi della resa teorica dei possibili impianti fotovoltaici (con posa complanare alle infrastrutture)
- Delle superfici teoricamente utilizzabili, tenuto conto delle limitazioni dovute alle parti esposte a possibili esondazioni in caso di precipitazioni intense (sfioratoi) e delle parti soggette ad importanti ombreggiamenti dovuti alla topografia circostante
- dell'idoneità teorica per la realizzazione di impianti fotovoltaici su tali strutture.

Nella nostra valutazione sommaria abbiamo definito a grandi linee 5 livelli di idoneità teorica per il fotovoltaico sulle infrastrutture idroelettriche, da 0 (nulla, oggetto per niente idoneo) a 4 (ottima, oggetto teoricamente molto idoneo). Nella tabella sottostante è riportato un riassunto dei dati degli oggetti considerati.

Tabella 5 Oggetti e dati considerati per la stima della produzione fotovoltaica di impianti su infrastrutture idroelettriche in Ticino

Nome oggetto	luogo	orientamento (sud = 0°, est = -90°)	inclinazione	stima superficie lorda infrastruttura [m2]	ipotesi % sfruttabile	superficie utilizzabile [m2]	potenza installabile [kWp]	produzione annua [MWh]	valutazione sommaria idoneità teorica, qualitativa
Diga del Cavagnoli	Cavagnoli (Val Bavona, zona Robiei)	- 90°	ca. 80 °	20'000	0.2	4'000	800	520	discreta
Diga di Contra (Verzasca)	Vogorno	+10°	ca. 90 °	41'000	0.2	8'200	1'640	1'230	buona
Diga di Carmena	Vellano (Valle Morobbia)	+100°	90°	1500	0.1	150	30	12	nulla
Diga del Lucendro	Airolo (Passo S. Gottardo)	- 80°	ca. 80°	9'000	0.2	1'800	360	287.28	buona
Diga del Luzzone	Olivone	+ 85°	ca. 90°	45000	0.2	9'000	1'800	990	discreta
Diga Val Malvaglia	Val Malvaglia	+ 45°	90°	13'000	0.2	2'600	520	296.40	discreta
Diga del Naret I	Naret (Val Lavizzara)	-135°	ca. 90°	20'000	0.2	4'000	800	403.20	discreta
Diga del Naret II	Naret (Val Lavizzara)	- 85°	ca. 70°	4'600	0.2	920	184	188.05	buona
Diga di Palagnedra	Palagnedra (Centovalli)	-90°	ca. 80 °	4'000	0.2	800	160	48	scarsa
Diga del Ritom	Quinto	- 30°	70°	3'000	0.2	600	120	52.80	scarsa
Diga di Robiei	Robiei (Val Bavona)	+50°	ca. 55 °	12'000	0.2	2'400	480	648	ottima
Diga del Sambuco	Fusio	ca. - 30°	ca. 65 °	20'000	0.4	8'000	1'600	1'747.20	buona
Diga del Sella	Airolo (passo S. Gottardo)	+45°	60°	6'000	0.2	1'200	240	144	discreta
Diga del Zött	Robiei (Val Bavona)	- 130°	ca. 70 °	3'000	0.2	600	120	81	scarsa
Airolo Calcaccia - condotta forzata	Airolo	-180°	ca. 35°	2'000	0	0	0	0	nulla
Piottino - condotta forzata	Rodi	-140°	40°	1'140	0.7	798	159.60	95.76	scarsa
Ritom - condotta forzata - progetto Tino Celio	Quinto	0°	33°	5'798	1	5'798	1'159.60	1'275.56	buona
Tenero - condotta forzata	Tenero/Gordola	0°	25°	1'200	0.5	600	120	144	discreta
Someo - condotta forzata	Someo	80°	32°	600	1	600	120	96	scarsa

I dati agglomerati in base alla nostra stima dell'idoneità sono i seguenti:

Tabella 6 Stima della produzione fotovoltaica teorica di impianti su varie infrastrutture idroelettriche in Ticino, agglomerati in base all'idoneità teorica.

Grado di idoneità	potenza installabile [kWp]	produzione annua [MWh]
Idoneità "ottima"	480	648
Idoneità "buona"	4'944	4'728
Idoneità "discreta"	4'280	2'498
Idoneità "scarsa"	680	374
Idoneità "nulla"	30	12
TOTALE	**10'413**	**8'259**

Naturalmente per una stima più precisa, che consideri anche gli aspetti economici e che tenga meglio conto delle singole situazioni (e anche opportunità, vedi p.es. eventuali sinergie con lavori di ammodernamento delle infrastrutture idroelettriche stesse) sarà indispensabile il coinvolgimento dei diretti interessati (proprietari e gestori degli sbarramenti, aziende elettriche, enti cantonali, ecc.).

5.4 Limiti, ostacoli

Attualmente in Ticino la Legge cantonale sull'energia vieta espressamente unicamente l'uso di superfici lacustri naturali o artificiali per la posa di impianti solari (cfr. cap. 6.4), quindi formalmente, a questo livello non sembrerebbero esservi ostacoli legislativi di principio alla posa di moduli fotovoltaici sulle infrastrutture idroelettriche stesse (sbarramenti, ecc.).

La posa di moduli fotovoltaici su infrastrutture idroelettriche deve ovviamente essere approvata dagli appositi enti federali e cantonali che si occupano della vigilanza sugli impianti ad accumulazione. Essa deve inoltre essere compatibile con le esigenze di sicurezza dagli sbarramenti stessi (anche in caso di eventi particolari quali piene, ecc.) e non deve rappresentare un rischio inaccettabile per l'esercizio dell'impianto idroelettrico stesso. Per questo motivo, le cifre riguardanti il potenziale qui indicate sono da intendere unicamente come stime puramente indicative.

5.5 Documenti e link

Vedi articolo "Stauseen liefern auch Solarstrom», Rivista Haustech, 20.8.2020[5]

5.6 Proposte, prossimi passi

Una valutazione più precisa degli aspetti tecnici ed economici per questo settore richiede il coinvolgimento attivo dei proprietari e gestori delle opere idroelettriche. Sarebbe pertanto opportuno studiare a fondo un caso concreto, approfittando magari delle possibili modifiche allo studio su alcuni sbarramenti idroelettrici per un loro possibile parziale innalzamento. Bisognerà naturalmente considerare possibili ostacoli a livello di permesso di costruzione (ricorsi, ecc.), da affrontare caso per caso con gli attori del settore e con le autorità competenti.

[5] Vedi www.gebaeudetechnik.ch/strom-energie/stromerzeugung/stauseen-liefern-auch-solarstrom/

6 Fotovoltaico su superfici lacustri artificiali

6.1 Premesse

Con fotovoltaico flottante ci si riferisce a impianti fotovoltaici disposti non sulla terraferma ma sull'acqua. Questi impianti utilizzano specifiche tecnologie per potere galleggiare (o "flottare", in inglese "to float") su specchi d'acqua.

Il primo sistema di fotovoltaico flottante è stato costruito nel 2007 in Giappone, e da allora nuovi esempi sono stati realizzati in Francia, Italia, Corea, Spagna e negli Stati Uniti, principalmente con progetti a piccola scala. Impianti di media e grande scala (più di 1 MWp) hanno cominciato a svilupparsi nel 2013 e il fotovoltaico galleggiante si è diffuso anche in Cina (attualmente con la maggior potenza installata), Australia, Brasile, Canada, India, Indonesia, Svezia, Tailandia e nel Regno Unito, e in numerosi altri Paesi. Il primo impianto superiore a 10 MWp è stato installato nel 2016 e nel 2018 sono stati realizzati diversi impianti superiori ai 100 MWp, come quello attualmente più grande da 150 MWp. A metà del 2018, la capacità cumulativa installata del fotovoltaico flottante era attorno ai 1.1 GWp, lo stesso traguardo raggiunto dal fotovoltaico a terra nel 2000.

Lo sviluppo del fotovoltaico flottante sembra destinato ad accelerare nel mondo, con la maturazione delle tecnologie, aprendo una nuova frontiera nell'espansione globale delle energie rinnovabili e offrendo opportunità a una vasta gamma di paesi e mercati. Con un potenziale globale, molto prudenziale, di 400 GW, il fotovoltaico galleggiante potrebbe raddoppiare la capacità esistente installata del fotovoltaico, ma senza l'utilizzo di terreno richiesto per le installazioni a terra.

La possibilità di aggiungere capacità solare galleggiante alle centrali idroelettriche esistenti è di particolare interesse, soprattutto nel caso di grandi siti idroelettrici che possono essere gestiti in modo flessibile. La capacità solare può essere utilizzata per aumentare la produzione elettrica di tali centrali e può anche aiutare a gestire periodi di scarsa disponibilità di acqua consentendo alla centrale idroelettrica di funzionare in modalità "picco" piuttosto che "carico di base". E i vantaggi vanno in entrambe le direzioni: l'energia idroelettrica può compensare la produzione solare variabile operando in modalità "load-following". Il solare galleggiante può quindi essere di particolare interesse laddove le reti sono deboli, come nell'Africa subsahariana e in parti dell'Asia in via di sviluppo.

La disposizione generale di un sistema fotovoltaico galleggiante è simile a quella di un sistema fotovoltaico terrestre, a parte il fatto che le strutture fotovoltaiche e spesso gli inverter sono montati su una piattaforma galleggiante (*Figura 15*). Per gli impianti galleggianti di piccola scala vicino alla riva, è possibile posizionare gli inverter a terra, cioè a breve distanza dalla strutta galleggiante. In caso contrario, vengono tipicamente utilizzati sia inverter centrali che di stringa su galleggianti appositamente progettati. La piattaforma, insieme al suo sistema di ancoraggio e ormeggio, è parte integrante di qualsiasi impianto fotovoltaico galleggiante.

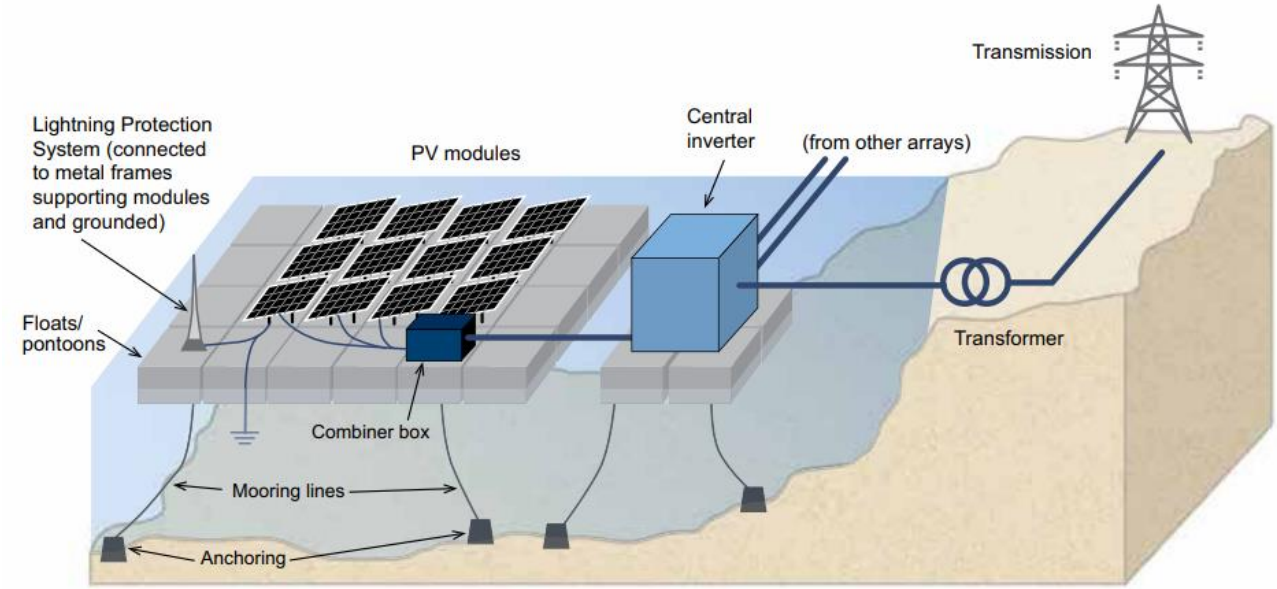

Figura 15 Rappresentazione schematica di un tipico sistema fotovoltaico galleggiante su larga scala con i suoi componenti chiave (© Solar Energy Research Institute of Singapore - SERIS).

Attualmente la maggior parte degli impianti fotovoltaici galleggianti su larga scala utilizzano galleggianti di tipo pontone, con moduli fotovoltaici montati con un angolo di inclinazione fisso. Tipicamente, la struttura galleggiante può essere costituita dai cosiddetti galleggianti puri o galleggianti che vengono combinati con strutture metalliche. Una configurazione flottante pura utilizza corpi auto-galleggianti appositamente progettati a cui è possibile fissare

direttamente i moduli fotovoltaici. Questa configurazione è la più comune. È disponibile da diversi fornitori e rivendica una capacità installata in tutto il mondo di diverse centinaia di megawatt.

Un altro tipo di design utilizza strutture metalliche per supportare i moduli fotovoltaici in modo simile ai sistemi terrestri. Queste strutture sono fissate a pontoni la cui unica funzione è fornire il galleggiamento. In questo caso, non sono necessari galleggianti appositamente progettati.

La piattaforma galleggiante è tenuta in posizione da un sistema di ancoraggio e ormeggio, la cui progettazione dipende da fattori quali il carico del vento, il tipo di galleggiante, la profondità dell'acqua e la variabilità del livello dell'acqua.

La piattaforma galleggiante può generalmente essere ancorata a una sponda, al fondo, a pali o ad una combinazione dei tre. Lo sviluppatore seleziona un design adatto alla posizione della piattaforma, al profilo e la profondità dell'acqua, alle condizioni del suolo e alla variazione del livello dell'acqua. L'ancoraggio a riva è particolarmente adatto per specchi d'acqua piccoli e poco profondi, ma la maggior parte delle installazioni galleggianti sono ancorate al fondo. Indipendentemente dal metodo, l'ancoraggio deve essere progettato in modo da mantenere l'installazione in posizione per 25 anni o più. Le cime di ormeggio devono essere selezionate correttamente per adattarsi alle sollecitazioni ambientali e alle variazioni del livello dell'acqua.

Vi sono varie possibili installazioni del fotovoltaico flottante, come nei mari, vicino alle coste, nei pozzi di acqua potabile, sui laghi naturali, e quella più applicabile in Svizzera, in particolare in Canton Ticino, quella combinata con l'energia idroelettrica sui laghetti artificiali.

In generale, il vantaggio del fotovoltaico flottante è che l'installazione dei moduli sulla superficie dell'acqua non richiede l'utilizzo di terreno, una risorsa non infinita. La combinazione del fotovoltaico galleggiante con l'idroelettrico in alta quota, nello specifico, ha i seguenti vantaggi:

- Prevedibilmente rendimento di PV in quota: +50% rispetto a PV in pianura (grazie al maggior irraggiamento, moduli bifacciali, riflesso dalla neve)
- Evaporazione ridotta dai serbatoi d'acqua, poiché i moduli solari forniscono ombra e limitano gli effetti evaporativi del vento
- Eliminazione della necessità di una preparazione importante del suolo, come il livellamento o la posa di fondamenta, che deve essere eseguita per le installazioni a terra
- Facile installazione e implementazione in siti con bassi requisiti di ancoraggio e ormeggio, con un alto grado di modularità, che porta a installazioni più veloci.

Vi sono comunque anche degli aspetti da non sottovalutare quali:

- Resistenza al vento e alla neve
- Compatibilità con le possibili variazioni di livello dell'acqua
- Compatibilità con esigenze di manutenzione ordinaria e straordinaria dei bacini artificiali, p.es. svuotamento (considerando la frequenza effettiva di tali interventi)
- Resistenza in caso di eventi meteorologici estremi come piene (per esempio materiale flottante trasportato dalle acque).

6.2 Esempi

Esempio 1:	**Lac des Toules (VS)**
Luogo:	Bourg-St-Pierre (VS), lago artificiale
Stato del progetto:	Realizzato dicembre 2019
Quota:	1'810 m.s.m
Potenza installata:	448 kWp
Produzione annua:	800 MWh (stima)
Produzione specifica:	1'786 kWh/a kWp
Numero moduli:	1'400 moduli bifacciali, 2'240 m^2
Costi di produzione:	2.35 MCHF
Investitore:	Romande Energie
Fonte dei dati:	www.solaireflottant-lestoules.ch
Particolarità:	Il progetto pilota, sviluppato in collaborazione con il comune di Bourg-St-Pierre, fa parte di un piano più ampio per implementare un grande parco solare galleggiante sul lago entro la fine del 2021. Nel 2013, le due entità hanno iniziato a testare la tecnologia fotovoltaica a questa altitudine attraverso un piccolo impianto pilota in riva al lago. La società afferma che l'impianto avrà un rendimento energetico che potrebbe essere fino al 50% superiore a quello degli impianti fotovoltaici a terra installati su terreni pianeggianti.

Il progetto da 2,35 milioni di franchi è stato approvato dal Canton Vallese nel settembre 2017 e ha beneficiato di un contributo iniziale una tantum nell'ambito del sistema di rimunerazione unica a livello federale..

Se i risultati saranno soddisfacenti, verrà coperto il 37% di tutta la superficie, con una produzione di 22 GWh.

Romande Energie intende ora brevettare le soluzioni innovative che sostiene di aver sviluppato per la costruzione di sistemi fotovoltaici galleggianti in ambienti alpini.

Figura 16 Impianto fotovoltaico sul lago artificiale "Lac des Toules" (© Romande Energie).

Figura 17 Dettaglio della struttura dell'impianto fotovoltaico "Lac des Toules" (© Romande Energie).

6.3 Stima del potenziale

Per la stima del potenziale teorico esistente si è fatto capo sia a dati disponibili pubblicamente (su internet) che alle informazioni presenti nella misurazione ufficiali. Oltre ai laghi artificiali creati delle dighe, sono stati considerati anche alcuni dei cosiddetti bacini di modulazione.

Tabella 7 Laghi artificiali, altitudine e superficie in Ticino

Nome Lago	Altitudine	Superficie (km²)
Lago del Cavagnöö	2'310	0.46
Lago del Luzzone	1'592	1.27
Lago del Narèt	2'310	0.73
Lago del Sambuco	1'461	1.11
Lago di Lucendro	2'134	0.54
Lago di Vogorno	470	1.68
Lago Ritom	1'850	1.49
Lago Tremorgio	1'830	0.36
Bacino di Malvaglia	990	0.19
Lago di Carmena	631	0.024
Lago di Palagnedra	486	0.25
Lago di Robiei	1'940	0.24
Lago di Sella	2'256	0.45
Lago del Zött	1'940	0.13
	TOTALE	**8.924**

Tabella 8 Bacini di demodulazione, altitudine e superficie in Ticino.

Nome Lago	Altitudine	Superficie (m²)
Bacino di Airolo	1'131	46'380
Bacino di Rodi	943	30'101
Bacino di Nivo	606	3'672
Bacino di Val d'Ambra	597	20'62
Bacino Ritom[6]	1'004	40'000
	TOTALE	**140'215**

In totale la superficie a disposizione è di ca. 9 km². Considerando uno sfruttamento del 20% per la posa di moduli fotovoltaici, risulta una superficie complessiva utile di 1.8 km^2, che corrisponde ad un potenziale molto interessante di ca. 360 MWp.

6.4 Limiti, ostacoli

Attualmente in Ticino la Legge cantonale sull'energia vieta espressamente l'uso di superfici lacustri per la posa di impianti fotovoltaici. ("*Art. 5b Il solare fotovoltaico è da promuovere prioritariamente sugli edifici; non sono ammessi impianti su superfici lacustri naturali o artificiali").* La necessità di avere delle strutture e moduli più resistenti (neve, gelo e vento) comporta sicuramente dei maggior costi rispetto ad altre soluzioni che però, visto il rendimento più elevato in montagna dei moduli fotovoltaici grazie alle condizioni meteorologiche favorevoli (irraggiamento, albedo e temperatura), non dovrebbe essere un ostacolo.

6.5 Documenti e link

Where Sun Meets Water: Floating Solar Market Report (2018) [7]
www.floatingsolarconference.com

6.6 Proposte, prossimi passi

Innanzitutto, è necessario, nell'ambito della revisione della Legge cantonale sull'energia (Len) che è in corso, eliminare il divieto assoluto di impianti fotovoltaici su superfici lacustri artificiali.
Nell'attesa di conoscere i risultati dell'impianto pilota sul Lac des Toules, si potrebbe procedere con lo studio di fattibilità degli impianti PV sui bacini di demodulazione che potrebbero essere una buona "prova" da replicare nei laghi artificiali in altitudine.

[6] In fase di costruzione
[7] http://documents1.worldbank.org/curated/en/579941540407455831/pdf/Floating-Solar-Market-Report-Executive-Summary.pdf

7 Fotovoltaico su strutture del traffico e dei trasporti

7.1 Premesse

Le potenzialità del fotovoltaico sulle strutture del traffico e dei trasporti vengono individuate nelle seguenti applicazioni:

- copertura parcheggi
- ripari fonici lungo autostrade e linee ferroviarie
- superfici verdi di fianco alle autostrade e alle linee ferroviarie
- copertura tratti stradali

7.1.1 Parcheggi

Le pensiline per i parcheggi possono essere un'ottima applicazione per l'installazione di impianti fotovoltaici. Spesso i grandi centri commerciali, le attrazioni turistiche, le aziende di una certa dimensione, le scuole, ecc. presentano delle vaste aree adibite a parcheggio.

Secondo la misurazione ufficiale i parcheggi rientrano insieme ad altre superfici asfaltate attorno agli edifici sotto la categoria "altro rivestimento duro", e la superficie totale a livello cantonale è di ben 22,5 km^2. Considerando che solamente una piccola percentuale sia adibita a parcheggi (10%) e che essa venga sfruttata per un terzo per la posa di pensiline fotovoltaiche, ne risulta una superficie complessiva utile di 750'000 m^2, che corrisponde ad un potenziale molto interessante di ca. 150'000 kWp.

Figura 18 Esempio di pensilina fotovoltaica (© Münch Energie).

Nell'ambito dei lavori di preparazione per l'introduzione della tassa di collegamento sarebbe opportuno procedere ad una mappatura georeferenziata dei parcheggi ed eventualmente ipotizzare delle misure di agevolazione o incentivazione per chi integra il fotovoltaico nei parcheggi.

In Svizzera, contrariamente ad altri paesi anche confinanti quali Italia e Francia, non vi sono molti impianti fotovoltaici su pensiline di grandi dimensioni.

Vantaggi: Comfort per automobilisti (ombreggiamento, protezione dalla pioggia e neve), stazioni di ricarica integrate, prossimità agli allacciamenti elettrici

Svantaggi: Costo strutture, proprietà in comune, sgombero neve, eventuali vincoli per i permessi di costruzione, inclinazione piuttosto ottimizzata per la produzione estiva.

7.1.2 Ripari fonici lungo autostrade e linee ferroviarie

La semplicità del fissaggio meccanico (struttura portante esistente) e la bassa manutenzione rendono queste applicazioni particolarmente interessanti.

L'idea non è affatto nuova, in Svizzera esiste un impianto in esercizio da oltre 30 anni vicino a Coira, lungo la A13, altri impianti sono stati realizzati successivamente, anche in Ticino a Melide[8], ma senza un approccio sistematico.

Figura 19 Impianto fotovoltaico su riparo fonico a Domat-Ems-GR (© TNC Consulting AG)

La continua innovazione tecnologica in corso da decenni ha inoltre permesso lo sviluppo di nuove tipologie di moduli fotovoltaici che si adattano alle pareti foniche ricurve, oppure integrate nelle pareti foniche esistenti.

Nel frattempo, diversi lavori di risanamento di ripari fonici sono già avvenuti rendendo meno interessante il potenziale che a tutt'oggi risulta difficile da quantificare. Le superfici a disposizione sono tuttavia ancora notevoli, anche in considerazione dei numerosi tratti autostradali che a causa delle emissioni foniche verso i nuclei residenziali richiederanno delle misure di protezione.

Recentemente è stato depositato un postulato[9] (n° 20.3616) dal consigliere nazionale Bruno Storni che chiede di analizzare il potenziale di produzione energia fotovoltaica realizzabile sulle pareti foniche lungo autostrade e linee ferroviarie.

Il potenziale stimato per il territorio cantonale supera i 13 MWp. In allegato è riportata una lista dei luoghi giudicati idonei alla posa di moduli PV.

Vantaggi: Costi d'installazione bassi, inclinazione idonea alla produzione invernale.

Svantaggi: Manutenzione parzialmente subordinata agli aspetti della sicurezza in autostrada, nessuna possibilità di fare autoconsumo (ad eccezione di impianti nei pressi di tunnel, che necessitano di illuminazione praticamente continua).

7.1.3 Scarpate ai lati di autostrade e di linee ferroviarie

Vi sono delle zone ai lati delle autostrade e delle linee ferroviarie che per motivi di sicurezza non sono utilizzabili per altri scopi ma che potrebbero essere considerati per l'installazione di impianti fotovoltaici. Un esempio è l'impianto messo in funzione nel 1992 e smantellato recentemente (a causa di lavori delle FFS), situato a Riazzino lungo la linea ferroviaria che da Bellinzona porta a Locarno.

A queste vanno aggiunti i muri di contenimento, spesso adiacenti le gallerie autostradali. Coprendo queste superfici con moduli fotovoltaici è possibile alimentare gli impianti di illuminazione e di ventilazione delle gallerie, e consumare interamente l'energia nel luogo di produzione (elevato grado di autoconsumo).

[8] Vedi https://www3.ti.ch/DFE/DR/USTAT/allegati/articolo/1431dss_2007-4_9.pdf
[9] Nel frattempo è accolto dal CF.

Il potenziale stimato per il territorio cantonale supera i 17 MWp (la lista dei luoghi giudicati idonei alla posa di moduli PV e consultabile in un altro documento che riassume le analisi effettuate tramite sopralluoghi da IngEne).

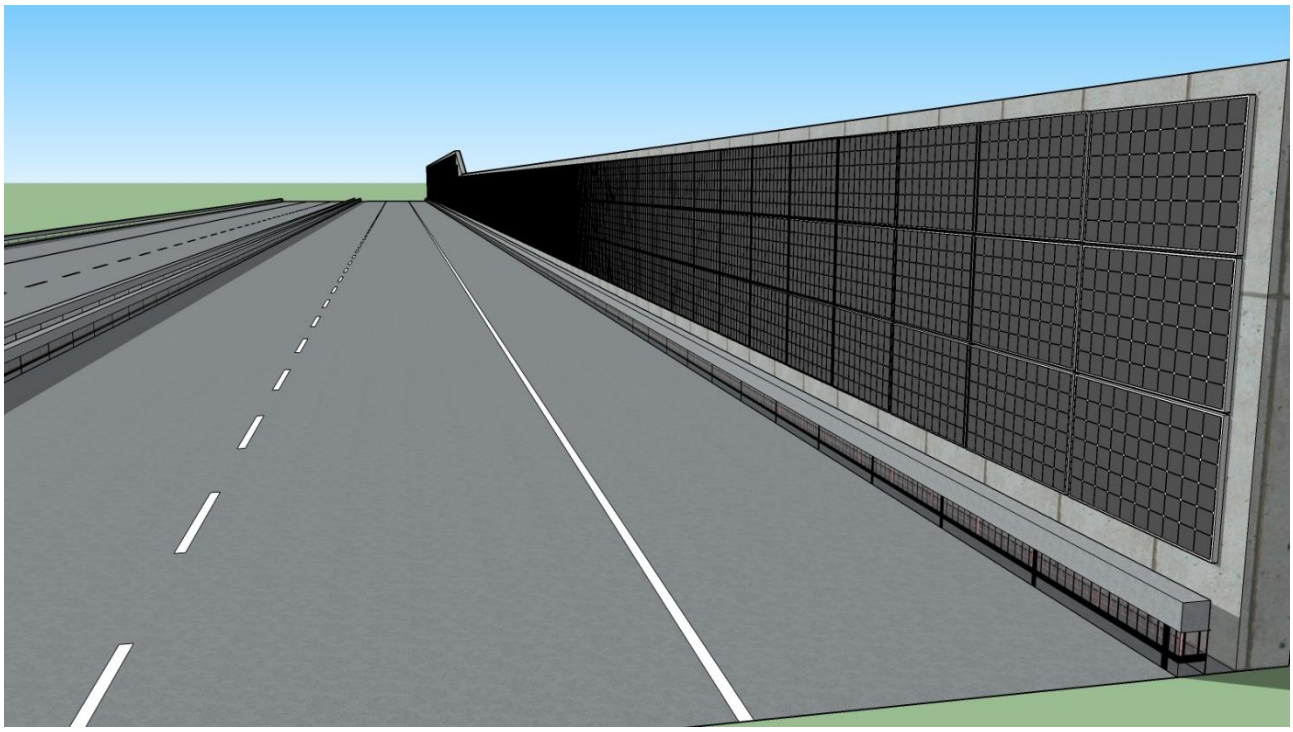

Figura 20 Simulazione di copertura di muro di contenimento con moduli fotovoltaici (© IngEne Sagl).

Vantaggi: Costi d'installazione mediamente bassi, possibilità di immettere l'energia nella rete ferroviaria e di alimentare gallerie, buona produzione invernale.

Svantaggi: manutenzione parzialmente subordinata agli aspetti della sicurezza in autostrada.

7.1.4 Copertura tratti stradali

Le enormi superfici già cementificate che attraversano in lungo e in largo il nostro paese rappresentano un'ottima applicazione per la posa di pensiline fotovoltaiche. Oltre a produrre energia pulita, i moduli proteggono l'asfalto e riducono notevolmente i costi di manutenzione invernale.

Il potenziale è molto elevato: coprendo solamente il 20% della superficie cantonale di strade nazionali, si otterrebbe una potenza di ca. 112 MWp. A questa vanno aggiunte tutte le aree di servizio, in cui lo sfruttamento sarebbe sicuramente maggiore (autoconsumo), e che permetterebbero un elevato comfort agli automobilisti.

L'idea di coprire dei tratti autostradali con delle pensiline fotovoltaiche non è nuova: oltre 10 anni fa l'ufficio federale delle strade (USTRA) aveva già analizzato un progetto pilota che prevedeva la copertura di un tratto autostradale di ca. 4km. Purtroppo, i costi elevati non erano riusciti a varcare la soglia di approvazione dei dirigenti dell'USTRA. Tuttavia, ad oggi di casi concreti non ne sono ancora stati realizzati.

Il 17 febbraio 2020 è stata depositata una mozione denominata "Utilizzare gli spazi dedicati alle vie di comunicazione per la produzione di energia con impianti fotovoltaici", che prevede di analizzare il potenziale di realizzazione sopra e lungo le autostrade svizzere (Maddalena Ermotti-Lepori).

Recentemente un gruppo di investitori privati ha sviluppato un concetto denominato SWISS ENERGY PIER che prevede la copertura di tratti autostradali. La tratta scelta per l'istallazione dei primi moduli solari nell'ambito del concetto Swiss Energy Pier si trova in territorio di Fully, in Vallese. È prevista la posa di 36'000 moduli fotovoltaici che formerebbero una copertura di una tratta di 1,6 chilometri dell'A9. Il progetto pilota prevede un investimento di 50 milioni di franchi, interamente finanziati da privati. Berna - seppur molto interessata - non contribuirà al progetto per motivi finanziari.

In Ticino si potrebbe approfittare del progetto che ad Airolo prevede la copertura per oltre un chilometro dell'autostrada, per realizzare un tratto con la soluzione sopra citata.

Figura 21 L'autostrada solare (© Servipier).

Recentemente è partito anche il progetto "PV-SÜD", promosso da Germania, Austria e Svizzera, che vuole sviluppare e testare un dimostratore per la copertura di autostrade con sistemi fotovoltaici. L'AIT Austrian Institute of Technology, insieme al Fraunhofer ISE e Forster Industrietechnik, hanno avviato questo progetto pilota con l'obiettivo di trovare nuove possibilità per la generazione fotovoltaica in ambito della rete stradale.

Oltre all'uso multiplo delle aree, i ricercatori si aspettano ulteriori implicazioni positive di tali installazioni fotovoltaiche. Ciò include in particolare la protezione del manto stradale da precipitazioni e surriscaldamenti, l'aumento della durata del manto stradale e l'ulteriore protezione dal rumore che può essere ottenuta attraverso strutture adeguate; si vuole inoltre testare la praticità di tali concetti in termini di fattibilità tecnica ed economica.

La prima parte del progetto riguarderà lo sviluppo di un prototipo di copertura stradale fotovoltaica, compresa che la scelta di moduli e strutture di supporto adeguate che soddisfino tutti i requisiti di sicurezza e allo stesso tempo forniscano gli effetti collaterali desiderati. Nella seconda parte di "PV-SÜD", il dimostratore sarà monitorato scientificamente per un anno per verificare se una tale costruzione fotovoltaica possa soddisfare i diversi requisiti, ad esempio in relazione al drenaggio, ai carichi di vento e neve, alla stabilità e alla sicurezza dell'impianto, alle opzioni di manutenzione e alla sicurezza del traffico. Il progetto è anche finanziato dall'Ufficio federale delle strade (USTRA).

Vantaggi: Protezione e aumento di vita del manto stradale, protezione rumore, riduzione della manutenzione invernale, possibilità di alimentare gallerie.

Svantaggi: Costo elevato strutture, difficoltà di accesso per manutenzione, limitazione parziale della visibilità dell'utente.

7.1 Esempi

Esempio 1:	**Parcheggio imp. di risalita Jakobsbad (AR)**
Luogo:	Jakobsbad (AR), parcheggio per 150 veicoli
Quota:	870 m.s.m
Potenza installata:	429 kWp
Produzione annua:	350 MWh
Produzione specifica:	815 kWh/a kWp (N.B. impianto "pieghevole")
Numero moduli:	1'320, 4'000 m^2
Costi di produzione:	non conosciuti
Fonte dei dati:	https://kronberg.ch/de/erlebnisse/solarkraftwerk.html

Figura 22 Parcheggio impianto di risalita Jakobsbad (AR) (© Luftseilbahn am Kronberg / SAK).

Esempio 2:	**Parcheggio ditta Ascensori Schindler SA, Ebikon (LU)**
Luogo:	Ebikon (LU)
Quota:	420 m.s.m
Potenza installata:	328 kWp
Produzione annua:	310 MWh
Fonte dei dati:	www.solaragentur.ch/node/1049

Figura 23 Parcheggio della ditta Ascensori Schindler SA, Ebikon (© Solar Agentur Schweiz).

Esempio 3: **Copertura tratto autostrada N2/A2, Stansstad (NW)**
Luogo: Stansstad (NW), galleria antirumore
Quota: 476 m.s.m
Potenza installata: 841 kWp
Produzione annua: 750 MWh
Produzione specifica: 892 kWh/a kWp
Numero moduli: 1'320, 4'300 m^2
Costi di produzione: non conosciuti
Fonte dei dati: www.solaragentur.ch/sites/default/files/solarpreispublikation2018_s.93.pdf

Figura 24 Copertura tratto autostrada N2/A2, Stansstad (NW) (© Solar Agentur Schweiz).

7.2 Stima del potenziale e idoneità

Per la stima del potenziale dei ripari fonici e delle scarpate è stata analizzata l'intera tratta autostradale della A2 sul territorio cantonale. Per i settori Parcheggi e Copertura stradale si è fatto capo ai dati presenti nella misurazione ufficiali.

La seguente tabella riassume i vari potenziali.

Tabella 9 stima del potenziale impianti del traffico e trasporti

Categoria	stima superficie lorda infrastruttura [m^2]	ipotesi % sfruttabile	superficie utilizzabile [m^2]	potenza installabile [MWp]
Parcheggi	2'250'000	33%	750'000	150
Ripari fonici		-	65'000	13
Scarpate			85'000	17
Copertura stradale	2'000'000	20%	400'000	112
			TOTALE	**292**

7.3 Limiti, ostacoli

La distanza dai punti di allacciamento elettrico va analizzata singolarmente; qualora la distanza fosse troppo elevata, la redditività potrebbe venir penalizzata.

7.4 Documenti e link

- https://energypier.ch/
- https://projekte.ffg.at/projekt/3725909 (PV-SÜD-K - PV-Straßenüberdachung - Konzept)
- https://projekte.ffg.at/projekt/3726868 (PV-SÜD-D - PV-Straßenüberdachung - Demonstrator)

- www.pv-magazine.de/2020/01/20/enerparc-baut-solarpark-fuer-deutsche-bahn-direkteinspeisung-ins-bahnstromnetz/ (progetto impianto PV vicino alla linea ferroviaria con alimentazione diretta nella rete elettrica ferroviaria)
- www.pv-magazine.de/2020/01/14/solarpark-entlang-einer-40-kilometer-langen-autobahn-in-den-niederlanden-nimmt-gestalt-an/ (progetto impianto PV lungo l'autostrada su terreno demaniale)
- www.admin.ch/gov/it/pagina-iniziale/documentazione/comunicati-stampa.msg-id-962.html (impianto PV lungo l'autostrada A13)

7.5 Proposte, prossimi passi

In attesa delle risposte da parte del CF al postulato di B. Storni, dovrebbe essere chiarita, in collaborazione con l'ufficio federale delle strade (USTRA) e le relative aziende elettriche, la fattibilità pratica dei progetti proposti nel documento allegato.

8 Fotovoltaico su ripari valangari

8.1 Premesse

Anche in Svizzera, la protezione dalle valanghe e dai loro potenziali effetti devastanti su persone o cose si basa su un mix di misure pianificatore, misure organizzative ed elementi di contenimenti. Questi ultimi, in particolare sotto forma di ripari valangari (di vario tipo) sono da noi la misura strutturale di protezione dalle valanghe più importante e più utilizzata. Essi proteggono le aree sottostanti su una vasta area stabilizzando il manto nevoso con strutture portanti ancorate al suolo. Le prime strutture portanti furono costruite come terrazze in muratura nel XIX secolo, mentre dopo il catastrofico inverno del 1950/51 si è velocemente passati da muri o terrazze a strutture snelle e molto più efficaci in acciaio, alluminio, legno, funi metalliche o cemento armato. Oggi si utilizzano in prevalenza ripari in acciaio o reti da neve flessibili in funi metalliche. In Svizzera ci sono circa 600 km di simili strutture protettive, di regola ubicate tra 1'800 e 2'500 m.s.m.[10]. Ove possibile, tali strutture sono integrate da opere di rimboschimento. A fine inverno, quando il manto nevoso è particolarmente spesso e pesante, il peso che può gravare su una tale struttura può arrivare fino a 40 tonnellate. Equipaggiare una superficie di un ettaro con strutture di sostegno costa circa un milione di franchi svizzeri.

Negli ultimi anni è stato più volte proposto di montare impianti solari fotovoltaici sulle strutture paravalanghe, anche perché in molti casi essi godono teoricamente di una situazione molto interessante dal punto di vista della produzione di elettricità (ottime condizioni di insolazione, basse temperature di funzionamento, riflesso della neve, posizione molto inclinata quindi buona produzione invernale, ecc.). Un punto essenziale nella progettazione di tali impianti solari è che la funzionalità delle barriere antivalanga non venga compromessa. In collaborazione con la Commissione federale di esperti in materia di valanghe e caduta massi (EKLS), l'SLF (Istituto federale per lo studio della neve e delle valanghe) ha elaborato delle raccomandazioni[11] contenenti specifiche tecniche, finanziarie e organizzative e criteri per l'installazione di impianti solari su paravalanghe. L'obiettivo della raccomandazione è quello di ridurre a un livello accettabile gli effetti indesiderati alla funzionalità dei paravalanghe causati dai moduli solari. Ciò significa che di principio non vi è un ostacolo assoluto alla possibilità di combinare ripari valangari con la produzione fotovoltaica.

Nel 2013 il WSL (Istituto federale di ricerca per la foresta, la neve e il paesaggio) ha pure promosso uno studio su due impianti fotovoltaici pilota su ripari valangari in regioni turistiche (Bellwald e St. Antönien), per verificare come la popolazione reagisce a tale combinazione[12].

La posa di moduli fotovoltaici su strutture paravalanghe non deve ovviamente pregiudicare la funzione protettiva stessa dei ripari. Nella progettazione di un impianto solare su ripari valangari non vanno inoltre sottovalutati i potenziali rischi di danni ai moduli dovuti alla neve stessa o ad altri elementi naturali (caduta pietre, ghiaccio, ecc.), come pure possibili penalizzazioni alla produzione dovute alla vegetazione. A seconda della densità e vicinanza dei ripari, va inoltre considerato che già il cablaggio stesso del campo dei moduli può rappresentare un fattore di costo non irrilevante (oltre naturalmente ai costi di allacciamento alla rete dell'impianto stesso).

8.2 Esempi

Esempio 1: Bellwald - Lehmann

Luogo:	Bellwald, VS
Quota:	2'180 m.s.m
Potenza installata:	9.8 kWp
Produzione annua:	13'648 kWh
Produzione specifica:	1'392 kWh/a kWp (N.B. inclinazione variabile inverno/estate)
Numero moduli:	39
Costi di produzione:	non conosciuti
Fonte dei dati:	www.energieregiongoms.ch/index.php/projekte/item/15-solaranlage-an-lawinenverbauungen

Esempio 2: Bellwald - Enalpin

Luogo:	Bellwald, VS
Quota:	2'380 m.s.m
Potenza installata:	11.34 kWp

[10] www.wsl.ch/de/projekte/photovoltaikanlagen-an-lawinenverbauungen.html

[11] www.slf.ch/fileadmin/user_upload/WSL/Projekte/solaranlagen_lawinenverbauungen/EKLS_Solar_auf_Lawinenverbauungen_def.pdf

[12] www.wsl.ch/de/projekte/photovoltaikanlagen-an-lawinenverbauungen.html

Produzione annua: 13'000 kWh
Produzione specifica: 1'019 – 1’256 kWh/a kWp
Numero moduli: 54
Costi di produzione: 80 – 90 ct. CHF/kWh (sec. indicazioni del proprietario)
Fonte dei dati: come esempio 1

8.3 Stima del potenziale

Per il presente studio si sono utilizzati unicamente dati sommari sui ripari valangari più conosciuti. Le cifre sono quindi da considerare molto sommarie.

Tabella 10 Oggetti e dati considerati per la stima della produzione fotovoltaica di impianti su impianti valangari in Ticino

Luogo	Ubicazione	Quota [m.s.m.]	Infrastruttura	Orientamento (sud = 0°, est = -90°)	Lunghezza [m]	Superficie [m^2]	Potenza installabile [kWp]
Airolo	Alpe di Pontino - Poncione di Löita	2'080-2'400	Acciaio, alluminio, muri	0° / -45°	11’100	11’100	1’776
Fusio	Schüisgian	1'600 -'900	Acciaio	-90°	730	730	117
Bosco Gurin	Bawald	1'900-2'100	Legno	0° / 45°	1’996	1’996	319
Anzonico	Fianett - Gannone di Fiell	2'000-2'400	Acciaio, alluminio, muri	45°	3’428	3’428	548
				TOTALE	**17’254**	**17’254**	**2’761**

Quale larghezza utilizzabile è stata definita per default 1 m.
Per le considerazioni sopracitate, la stima di questo potenziale va considerata come molto teorica!

8.4 Limiti, ostacoli

I principali limiti riguardano numerosi aspetti:

- Pianificazione del territorio
- Aspetti tecnici legati alla funzione dei ripari (nessun pregiudizio alla funzione paravalanghe e nel contempo rischio ridotto di danni ai moduli), rispettivamente ai moduli stessi (prodotti resistenti alle condizioni particolarmente esigenti a livello di carico meccanico, intensità dell’insolazione, escursione termica, ecc.).
- Economicità (costi per fissaggio e montaggio dei moduli e allacciamento elettrico, accessibilità)
- Accettanza e sostegno da parte dei proprietari degli impianti, della popolazione, delle autorità, di gruppi di interesse

8.5 Documenti e link

www.suedostschweiz.ch/wirtschaft/2017-05-12/wird-oberhalb-von-st-antoenien-nun-doch-eine-solaranlage-installiert
www.ee-news.ch/de/article/28862/photovoltaik-auf-lawinenverbauung-zu-hohe-erwartungen-gedaempft

8.6 Proposte, prossimi passi

Già dai (pochi) dati pubblicamente disponibili utilizzati per lo studio emerge che in Ticino il potenziale in questo ambito è probabilmente piuttosto limitato.

Per un affinamento dei dati relativi al numero, tipologia e ubicazione di tutti i ripari valangari effettivamente installati in Ticino e per una valutazione più attenta della loro idoneità alla posa di impianti solari sarà opportuno coinvolgere la Sezione forestale cantonale, per esempio avviando un test con un impianto pilota di dimensioni ridotte (magari su una tratta in costruzione o che richiede un rinnovo), concepito e monitorato accuratamente in collaborazione con i principali attori, in modo da raccogliere ulteriori informazioni ed insegnamenti. Una possibilità potrebbe essere quella di riprendere in modo strutturato una prima esperienza simile svolta ad Airolo con il benestare del Comune e del locale Patriziato.

9 Fotovoltaico nel settore agricolo e ortofrutticolo

9.1 Premesse

Studi dimostrano che il settore dell'agricoltura deve affrontare sempre più sfide. Innanzitutto, per poter garantire la quantità di alimenti a sufficienza per la popolazione in crescita, vi è la necessità di produrne in quantità più elevate: per assicurare l'alimentazione sostenibile per i 10 miliardi di abitanti ipotizzati al mondo per il 2050, il rapporto "Creating a Sustainable Food Culture"[13] le stime ipotizzano la necessità dell'estensione dei terreni agricoli del 600 milioni di ettari, cioè del doppio delle dimensioni dell'India. I terreni agricoli continuano però a diminuire, ciò che può portare competizione e conflitti tra gli agricoltori e tra questi ultimi ed i produttori di energia, che pure necessitano sempre più terreni per produrre energia e coprire l'aumento continuo della richiesta. La situazione si aggrava a causa dell'aumento degli effetti dei cambiamenti climatici, ossia di eventi climatici estremi quali ondate di calore, siccità nel periodo estivo e intense piogge (grandinate in estate e piogge invernali) che hanno indubbiamente un effetto disastroso sull'agricoltura[14]. Temperature eccessivamente elevate incidono sulle colture danneggiando le piante, le loro foglie e i loro frutti. La qualità e la resa delle colture ne risentono e le risorse idriche sono sempre più scarse.

Nel 1981, Adolf Goetzberger, fondatore del Fraunhofer-Institute for Solar Energy Systems ISE, e Armin Zastrow furono i primi a proporre il concetto di un doppio uso efficiente delle risorse della terra arabile chiamato agrovoltaico (APV). Stavano affrontando la discussione in corso sul nesso tra energia e alimentazione e hanno proposto una speciale tecnologia di sistema che ottimizza la produzione di fotovoltaico e fotosintesi.

Ad oggi nel mondo sono installati più di 2.8 GW di impianti agrovoltaici. Giappone, Cina, Corea del Sud e USA. In Europa Francia (40 MWp), Italia, Germania e Olanda sono le nazioni più attive[15].

Il principio dell'agrovoltaico è di sfruttare il potenziale solare senza sottrarre terreno all'agricoltura, per permettere la coesistenza di impianti fotovoltaici e produzioni agricole, utilizzando il suolo con la massima efficienza. Ne risulta una soluzione ottimale dal punto di vista ambientale, economico e sociale, applicabile anche sul territorio ticinese.

L'agrovoltiaco è una soluzione che combina l'utilizzo di energia solare e le attività agricole, senza compromettere il fabbisogno di terreno di queste ultime. È una soluzione vantaggiosa che favorisce gli obiettivi di produzione fotovoltaica – elemento chiave della Strategia Energetica 2050, permette – attraverso l'ombreggiamento - la protezione delle colture dall'aumento della temperatura (in particolare nei mesi estivi), dai fenomeni avversi (es. grandinate) e dalla siccità dovuti al cambiamento climatico. Nel contempo favorisce un uso più parsimonioso delle risorse idriche necessarie nella coltivazione, grazie alla minore necessità di irrigazione.

Per gli agricoltori, in particolare, crea una situazione "win-win-win": l'agrovoltaico permette quantità di raccolti più elevate, con un minor consumo di acqua, a cui si aggiunge la produzione di elettricità rinnovabile. Aumenta inoltre l'efficienza delle risorse grazie ad un doppio uso del terreno, e affronta contemporaneamente la mitigazione del cambiamento climatico e l'adattamento ai cambiamenti climatici. Comporta benefici economici e sociali, permettendo agli agricoltori a diversificare e aumentare il loro reddito e diminuendo i costi operativi (attraverso l'autoconsumo e/o vendita dell'energia elettrica prodotta, minor consumo acqua) e ottenere vantaggio competitivo e favorendo l'innovazione.

Il riscaldamento globale sta avendo impatti preoccupanti anche sulla viticoltura: secondo alcuni studi, entro il 2050, il territorio europeo a vocazione viticola sarà diminuito in media del 68%[16]. Questo tocca da vicino la maggior parte dei vini mondiali tra cui quelli mediterranei, californiani, australiani e sudafricani.

Le conseguenze del riscaldamento globale sono significative:

- raccolta prematura vista la maturità precoce delle uve;
- riduzione drastica dei raccolti, dovuta allo stress idrico (più acuto in alcune estati);
- aumento nella domanda di acqua;
- modifica della qualità dell'uva e delle proprietà aromatiche dei vini: periodo di maturazione sottoposto ad alte temperature;
- aumento del livello di zucchero dell'uva e quindi del contenuto alcolico;
- rischi climatici più elevati, ecc.

Il settore vitivinicolo ticinese sta vivendo un periodo di crisi e le iniziative per un suo rilancio sono innumerevoli; l'agrovoltaico potrebbe in parte rappresentare un'opportunità sia dal punto di vista della produzione che da quello economico.

[13] https://wriorg.s3.amazonaws.com/s3fs-public/creating-sustainable-food-future_0.pdf?_ga=2.96334556.1310452837.1544006662-1188596958.1543414763
[14] https://sunagri.fr/
[15] Using the sun in more ways than one: How solar can contribute to a sustainable European Agricultural policy (Webinar of SolarPower Europe)
[16] https://sunagri.fr/en/viticulture/

9.2 Esempi

Esempio 1:	**Campi aperti (per la produzione di lamponi) con moduli fotovoltaici fissi**
Luogo:	Babberich (Paesi Bassi)
Stato del progetto:	Realizzato 2019
Potenza installata:	2.654 MW
Superficie terreno:	3.3 ha
Numero moduli:	10’250
Investitore:	Baywa r.e. e Groenleven
Fonte dei dati:	www.pveurope.eu/markets-money/baywa-re-expands-agripv-across-netherlands
Particolarità:	A Babberich, piccola città nella Gelderland olandese, due aziende solari Baywa r.e. e Groenleven hanno sviluppato un impianto fotovoltaico su una coltivazione di frutti di bosco e lamponi. I lamponi richiedono una speciale attenzione; hanno bisogno di molta luce ma la radiazione solare non deve essere troppo alta, inoltre i cespugli di lamponi producono meglio se protetti dalla pioggia. Questo tipo di protezione si ottiene di solito con l’utilizzo di gallerie ad arco e con telai che favoriscono la crescita verticale dei cespugli.

Figura 25 Impianto fotovoltaico su campo di lamponi a Babberich (© BayWa r.e.).

Esempio 2:	**Agrovoltaico nella viticoltura con moduli che si autoregolano/ si inclinano automaticamente in base alla necessità d'ombreggiamento**
Luogo:	Piolenc (Francia)
Stato del progetto:	Realizzato 2019
Potenza installata:	84 kW
Superficie terreno:	4.5 ha
Numero moduli:	280
Investitore:	Sun'Agri
Fonte dei dati:	https://sunagri.fr/en/project/piolencs-experimental-plot
Particolarità:	Il sistema di Sun'Agri con dei moduli mobili, regolabili in base all'insolazione e alle esigenze fisiologiche delle piante coltivate, rappresenta una soluzione ottimale di agrovoltaico. I moduli solari fotovoltaici vengono installati a 4-5 metri dal suolo sopra la superficie coltivata; essi regolano in maniera automatica e in tempo reale la quantità di l'insolazione e d'ombreggiamento per le piante, tenendo conto del processo di crescita/la fotosintesi, simulato tramite algoritmi. I moduli solari sono mobili con un angolo di +/- 90 ° C e le dimensioni della struttura consentono una totale assenza di ombra. Quando i moduli sono posizionati in posizione ombra, le piante vengono protette dall'eccesso di luce, favorendo così anche il risparmio idrico; e producendo nel contempo energia rinnovabile. Quando i moduli sono posizionati verticalmente, lasciano che tutta la luce del sole splenda sulle colture. In caso di grandine i moduli vengono posizionati orizzontalmente per preservare la temperatura del suolo (da +1 a 3 °C) e proteggendo le piante dai danni.

Figura 26 Impianto fotovoltaico su viticoltura (© Sun'Agri).

Vantaggi generali della tecnologia Sun'Agri:

- Il sistema di orientamento dei moduli si basa su algoritmi e consente il controllo della loro mobilità e inclinazione, per lasciare più luce disponibile per la fotosintesi delle colture
- I moduli fotovoltaici bifacciali aumentano la produzione di energia elettrica rispetto ai moduli tradizionali.
  - Uno strato di vetro sul retro: semitrasparenza per migliorare la trasmissione della luce
  - Aumenta anche la produzione di energia elettrica perché utilizza l'albedo ovvero la luce diffusa dal suolo e dall'ambiente.
- Questi moduli hanno un'elevata durabilità in ambiente agronomico. Resistono ai trattamenti fitosanitari.

Vantaggi dell'agrovoltaico nella viticoltura:

Soluzioni come quelle di Sun'Agri forniscono ombreggiature intelligenti per limitare la luce e il calore eccessivi:

- contribuendo alla riduzione del contenuto alcolico dei vini;
- favorendo la conservazione delle proprietà aromatiche dei vini;
- fornendo alternativa all'irrigazione durante i periodi di siccità per vigneti lontani da fonti d'acqua: fino al 20% di acqua risparmiata;
- sostenendo la conservazione e persino l'aumento delle rese: affronta le ricorrenti riduzioni della resa legate ai cambiamenti climatici.

Esempio 3:	**Agrovoltaico sulle serre di asparagi**
Luogo:	Saugon (Francia)
Stato del progetto:	Realizzato 2019
Potenza installata:	3.680 MW, 18'550 m2
Superficie terreno:	200 ha
Fonte dei dati:	https://urbasolar.com/references/produzione-ortofrutticola-asparagi-2
Particolarità:	Il gruppo Urbasolar[17] è una società francese, esperto del solare fotovoltaico con progetti in tutto il mondo. Con decine di ettari di serre realizzate o in via di sviluppo, Urbasolar è diventato un riferimento nel settore. Sviluppando strumenti innovativi e ad alte prestazioni per il settore agricolo, il gruppo si impegna a realizzare soluzioni per migliorare la competitività delle aziende agricole, nel rispetto di ogni progetto agricolo e dell'ambiente. Le sue soluzioni per serre fotovoltaiche, coniugando produzione energetica e attività agricola, offrono la possibilità di diversificare la produzione, aprire nuovi sbocchi (reti locali, vendita diretta, ecc.), tutelare le coltivazioni, allungare i cicli produttivi, migliorare le condizioni di lavoro. Dal 1983 l'agricoltore gestisce un'azienda agricola a conduzione familiare di oltre 200 ettari nel cuore della zona costiera di Blaye (Francia), specializzata in vigneti, vivai e produzione di asparagi. La serra fotovoltaica proposta da URBASOLAR è destinata alla produzione di asparagi e consente raccolti precoci per poter soddisfare la domanda locale a inizio stagione. Contribuisce a rispondere alle problematiche di approvvigionamento locale di prodotti agricoli di qualità oltre allo sviluppo di posti di lavoro nel settore agricolo.

Figura 27 Impianto fotovoltaico sopra delle serre (© Urbasolar).

[17] https://urbasolar.com/

9.3 Stima del potenziale

Per la stima del potenziale teorico esistente si è fatto capo a dati messi a disposizione dall'ufficio di statistica cantonale. Infatti, dalla tabella T_070203_05C (Superficie agricola utile, secondo l'utilizzazione, in Ticino, dal 2010) è possibile ricavare le seguenti informazioni:

- Terre aperte (cereali, patate, ecc. e frutteti) 11.9 km²
- Vigna 11 km²

Una parte di queste superfici è coperta da installazioni che si suddividono in 2 categorie, che a fine 2019 avevano le seguenti superfici[18]:

- Serre e tunnel con fondamenta permanenti (serra di vetro, costruzione plastica) 0.2773 km^2
- Serre e tunnel senza fondamenta fisse (tunnel alto, costruzione plastica) 0.3031 km^2

Considerando uno sfruttamento del 10% (terre aperte), 5% (vigne) e15% (serre) per la posa di moduli fotovoltaici, ne risulta una superficie complessiva utile di 1.82 km^2, che corrisponde ad un potenziale molto interessante di ca. 364 MWp.

9.4 Limiti, ostacoli

I principali limiti riguardano aspetti come:

- La Legge federale sulla pianificazione del territorio (1979)[19] attualmente non permette l'edificazione in zone agricole se non di edifici e di impianti che sono necessari alla coltivazione agricola o all'orticoltura.
- Non si conoscono ancora esattamente gli effetti sulle colture e sui benefici effettivi.

9.5 Documenti e link

www.agrophotovoltaik.de
www.agrivoltaics-conference.org/home.html

9.6 Proposte, prossimi passi

A livello parlamentare è già stato depositato un postulato dal consigliere nazionale Bendahan Samuel che chiede di "Sostenere e agevolare dei progetti pilota nel settore agrovoltaico". Si potrebbe ora procedere con una iniziativa parlamentare per chiedere delle modifiche legislative che permettano l'integrazione del fotovoltaico nella produzione ortofrutticola. A livello ticinese si sta esplorando la possibilità di sperimentare queste soluzioni presso l'azienda agraria cantonale di Mezzana.

[18] Flächenerhebungen Gewächshausgemüse 2019 – CSO
[19] www.admin.ch/opc/it/classified-compilation/19790171/index.html

10 Fotovoltaico nel settore delle infrastrutture tecniche

10.1 Premesse

Questo capitolo riguarda in particolare gli IDA – Impianti di depurazione delle acque. Altre situazioni come ad esempio gli impianti di incenerimento dei rifiuti possono in effetti essere considerati alla stregua di semplici edifici, per i quali la posa di impianti fotovoltaici sul tetto e sulle facciate rappresenta un'applicazione tutto sommato classica, conosciuta e molto interessante (anche se al momento poco frequente).

A livello di città e Comuni, o gruppi di Comuni, gli IDA figurano tra i più grandi consumatori di elettricità, con un fabbisogno di corrente 24 ore su 24 e 7 giorni su 7.

Nei prossimi anni il retrofit di numerosi IDA riguardante la quarta fase di trattamento per l'eliminazione dei microinquinanti aumenterà ulteriormente il loro fabbisogno di energia elettrica. La maggior parte di essi è comunque tenuta ad attuare in modo coerente misure di efficienza energetica e ad aumentare la propria produzione di energia elettrica. Attualmente, ciò avviene soprattutto tramite impianti di cogenerazione che valorizzano energeticamente il biogas ottenibile dalla depurazione. Finora, sia per motivi tecnici di esercizio che di costi, la possibilità di dotare gli IDA di impianti fotovoltaici, oltre che sopra gli edifici veri e propri anche sopra le vasche di depurazione, è stata poco considerata. Tuttavia, grazie alle loro dimensioni ed il loro elevato fabbisogno elettrico che permetterebbe un elevato autoconsumo, si può affermare che di principio gli IDA presentano un potenziale interessante e premesse molto favorevoli per l'integrazione del fotovoltaico.

Anche in Svizzera ci sono i primi esempi di impianti del genere e di studi[20] che analizzano i punti forti e le eventuali criticità.

Descrizione generale:
Presso un'IDA il fotovoltaico può di principio essere installato, oltre che sopra gli edifici, anche sopra le vasche di depurazione vere e proprie. Vanno naturalmente rispettate determinate esigenze tecniche in modo da non ostacolare l'esercizio e la manutenzione dell'IDA e da garantire un funzionamento affidabile, redditizio e a lungo termine dell'impianto PV (p.es. esigenze particolari riguardo alla resistenza ai moduli alle sostanze presenti nell'aria sul posto).

10.2 Esempi

Esempio 1:	**IDA Coira**
Luogo:	Coira (GR)
Anno costruzione:	2017
Potenza installata:	636 kWp
Produzione annua:	540 MWh/a
Produzione specifica:	849 kWh/a kWp
Numero moduli:	1'120 pz, ca. 4'150 m2
Investimento:	non conosciuto
Costi di produzione:	non conosciuti
Particolarità:	I moduli sono sospesi sopra le vasche tramite un sistema a cavi, che permette di "aprire" o "chiudere" l'impianto fotovoltaico. Il progetto è stato oggetto di studio ed ha goduto di diverse sovvenzioni speciali federali e cantonali, oltre ad aver vinto diversi premi.
Fonte dei dati:	https://ibc-chur.ch/startseite/baustellenjournal-photovoltaik-anlage-ara-chur/

[20] Vedi https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/10046

Figura 28 Impianto fotovoltaico sopra le vasche di un impianto di depurazione (© Horizon Solarfaltdach - dhp technology AG).

Esempio 2:	**Depuratore Merano (I)**
Luogo:	Merano, Alto Adige (I)
Anno costruzione:	2012 (circa)
Potenza installata:	345 kWp
Produzione annua:	346 MWh/a (100% autoconsumo)
Investimento:	ca. 2 Mio di Euro
Particolarità:	I moduli sono posati in modo fisso sopra alcune vasche del depuratore
Fonte dei dati:	www.eco-center.it/it/attivita-servizi/acqua/impianti/depuratore-merano-859.html

Esempio 3:	**Shishi Fujan (Cina)**
Luogo:	Shishi Fujian (CHN)
Anno costruzione:	2019
Potenza installata:	ca. 3 MWp
Produzione annua:	ca. 3.5 GWh/a
Produzione specifica:	1’000 kWh/a kWp
Numero moduli:	10'000, Silici policristallino, ca. 4'000 m2
Investimento:	ca. 20 Mio di RMB
Costi di produzione:	non conosciuti
Particolarità:	I moduli sono sospesi sopra le vasche tramite una struttura metallica
Fonte dei dati:	www.jensysenergy.com/news/shishi-fujian-pv-on-the-sewage-plant-19438813.html

Figura 29 Impianto fotovoltaico sopra le vasche di un impianto di depurazione (© Jensys Power Technology).

10.3 Stima del potenziale

Per una prima stima sommaria del potenziale si sono considerate unicamente le superfici occupate da vasche negli IDA consortili in esercizio in Ticino (in pratica i più grandi), sulla base della lista[21] messa a disposizione sul web dal Dipartimento del territorio.

Tabella 11 stima del potenziale sulle vasche dei depuratori

Nome IDA	Proprietario	stima superficie vasche [m2]	potenza installabile teorica [MW]	potenza installabile realistica [MW]
Bioggio	CDA Lugano e dintorni	17'000	3.40	1.70
Giubiasco	CDA Bellinzonese e Riviera	5'300	1.06	0.53
Foce Maggia	CDA Verbano	8'500	1.70	0.85
Rancate	CDA Mendrisio e dintorni	4'600	0.92	0.46
Foce Ticino	CDA Verbano	-		
Vacallo	CDA Chiasso e dintorni	1'500	0.30	0.15
Biasca	CDA Biasca	1'800	0.36	0.18
Barbengo	CDA Pian Scairolo	1'700	0.34	0.17
Croglio	CDA Magliasina	1'200	0.24	0.12
	TOTALE	***41'600***	***8.32***	***4.16***

10.4 Limiti, ostacoli

Tra i principali limiti figurano aspetti tecnici che incidono sui costi (quali ad esempio l'esigenza di posare i moduli su strutture rialzate, che non ostacolino l'esercizio dell'IDA e l'impiego di moduli adeguati alle condizioni di funzionamento).

10.5 Documenti e link

-

10.6 Proposte, prossimi passi

-

[21] Vedi https://www4.ti.ch/fileadmin/DT/temi/protezione_acque/documenti/impianti_di_depurazione/D1-R-1_IDA_Stato_2019-190611.pdf

11 Fotovoltaico nell'ambito di discariche e cave dismesse

11.1 Premesse

Il potenziale di utilizzo di discariche o cave dismesse per la produzione di energia elettrica grazie ad impianti fotovoltaici non può essere valutata in modo attendibile nell'ambito del presente studio, in quanto non si dispone di dati completi su numero, caratteristiche e stato dei vari siti. Va inoltre considerato che nei contratti di concessione per l'uso e l'esercizio di tali discariche e cave figurano esigenze precise riguardo alla sistemazione del terreno una volta terminata la fase operativa, che prevedono un ripristino almeno parziale con una copertura vegetale o comunque naturale del suolo. Sul proprio sito web l'ACR (azienda cantonale dei rifiuti) indica riguardo alle discariche chiuse (che hanno terminato il proprio esercizio) che "Quando il riempimento con i rifiuti è terminato la discarica viene ricoperta con materiale adeguato e se ne ricoltiva la superficie per permettere l'insediamento della vegetazione e il reinserimento nel paesaggio circostante." Per questo motivo, al di là di altri aspetti tecnici quali il fatto che il terreno sia stabile e che non siano da prevedere interventi a posteriori di ulteriore sistemazione, scavo o ritrattamento del materiale depositato, si parte dal principio che attualmente il potenziale di sfruttamento a scopo fotovoltaico di ex-discariche sia pressoché nullo. Non è tuttavia escluso a priori che in futuro eventuali situazioni puntuali possano presentare premesse interessanti.

È leggermente diverso il discorso che riguarda lo sfruttamento fotovoltaico del sedime di ex-cave, anche sulla base di alcuni esempi di impianti realizzati o progettati in altre zone della Svizzera.

La maggior parte delle cave dismesse hanno già subito delle trasformazioni e sono in fase di rimboschimento. Nell'allegato V della scheda V8 Cave del Piano direttore Cantonale[22] vengono elencati tutti i comparti dimessi con lo stato, pianificazione delle utilizzazioni e caratteristiche.

11.2 Esempi

Esempio 1:	**Ex-cava Calinis a Felsberg**
Luogo:	Felsberg (GR)
Anno costruzione:	2020
Potenza installata:	1'500 kWp
Produzione annua:	1'600 MWh/a
Produzione specifica:	1'066 kWh/a kWp
Numero moduli:	3'270 pz. Da 390 W l'Uno, ca. 7'440 m2 (equivalente a 1 campo da calcio)
Investimento:	2.3 Mio CHF
Costi di produzione:	non conosciuti
Particolarità:	Montaggio con elicottero, moduli preassemblati in gruppi, posati sul terreno inclinato, opportunamente sistemato, della cava dismessa.
Fonte dei dati:	http://rhiienergie.ch/aktuelles/63/energie-statt-wyy-im-ehemaligen-steinbruch-calinis-in-felsberg

[22] Vedi https://www4.ti.ch/fileadmin/DT/temi/piano_direttore/schede/schede_file/V08.pdf

Figura 30 Impianto fotovoltaico installato su una ex-cava a Felsberg (© Rhiienergie AG).

Esempio 2:	**Ex-cava Schnür a Quinten**
Luogo:	Quinten (SG)
Anno costruzione:	Progetto al momento abbandonato a causa delle condizioni quadro non favorevoli.
Potenza prevista:	15 – 20 MW
Produzione annua:	12'000 – 16'000 MWh/a
Produzione specifica:	800 kWh/a kWp
Numero moduli:	3’270 pz. Da 390 W l’Uno, ca. 80’000 (equivalente a 11 campo da calcio)
Investimento:	ca. 30 Mio CHF
Costi di produzione:	ca. 25 ct. CHF/kWh (stato 2016)
Fonte dei dati:	www.energie-experten.ch/de/wissen/detail/solarprojekt-walensee.html

11.3 Stima del potenziale

Viste le premesse il potenziale risulta praticamente nullo anche se non si esclude la possibilità di qualche singolo progetto nel caso vi siano delle condizioni favorevoli, come nell’esempio della ex-cava Calinis.

11.4 Limiti, ostacoli

I limiti principali sono quelli pianificatori, infatti una volta dismesse sia le discariche che le cave l’obiettivo principale è quello di ripristinare la situazione preesistente ciò che spesso implica un rimboschimento.

11.5 Documenti e link

-

11.6 Proposte, prossimi passi

-

12 Fotovoltaico nell’ambito di altre situazioni

12.1 Premesse

Come possibili ulteriori ambiti per l’installazione di impianti fotovoltaici ci potrebbero essere le pavimentazioni (principalmente strade, piazze, piste ciclabili, parcheggi, marciapiedi, etc.).

Nel corso degli ultimi 10 anni vi sono state alcune sperimentazioni di strade con integrati i moduli fotovoltaici che hanno avuto risultati abbastanza deludenti; tra i principali problemi emersi vi è l’usura del manto stradale dovuta alla sollecitazione delle ruote dei veicoli. Alla lunga il rivestimento in resina delle celle si scheggia, perdendo trasparenza e generando residui. I sistemi finora utilizzati non sono maturi per il traffico interurbano mentre per delle applicazioni con sollecitazioni minori potrebbero essere già ora prese in considerazione.

12.2 Esempi

Esempio 1:	**Green Mall shopping centre ad Astana**
Luogo:	Astana (Kazakhstan)
Anno costruzione:	2017
Potenza installata:	12.4 kWp
Fonte dei dati:	www.platiosolar.com/#references

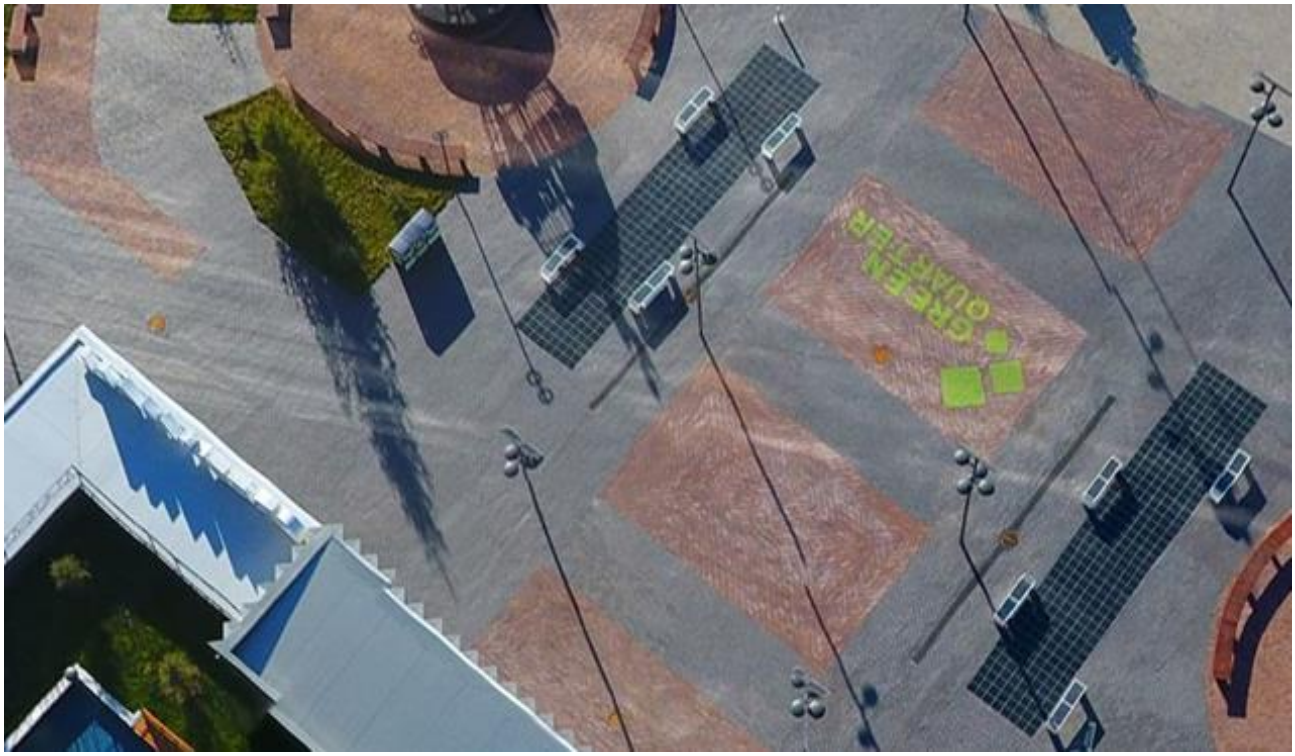

Figura 31 Impianto fotovoltaico installato nella pavimentazione all’ingresso del centro commerciale Green Mall ad Astana (© Platiosolar).

Esempio 2:	**Saluto al sole a Zara**
Luogo:	Zara (Croazia)
Anno costruzione:	2008
Potenza installata:	57.33 kWp
Produzione annua:	46'500 kWh
Produzione specifica:	811 kWh/kWp
Particolarità:	I moduli sono stati danneggiati più volte sia con atti di vandalismo che per il passaggio di un camioncino da 3'500 kg.
Fonte dei dati:	https://en.wikipedia.org/wiki/Monument_to_the_Sun#Solar_modules

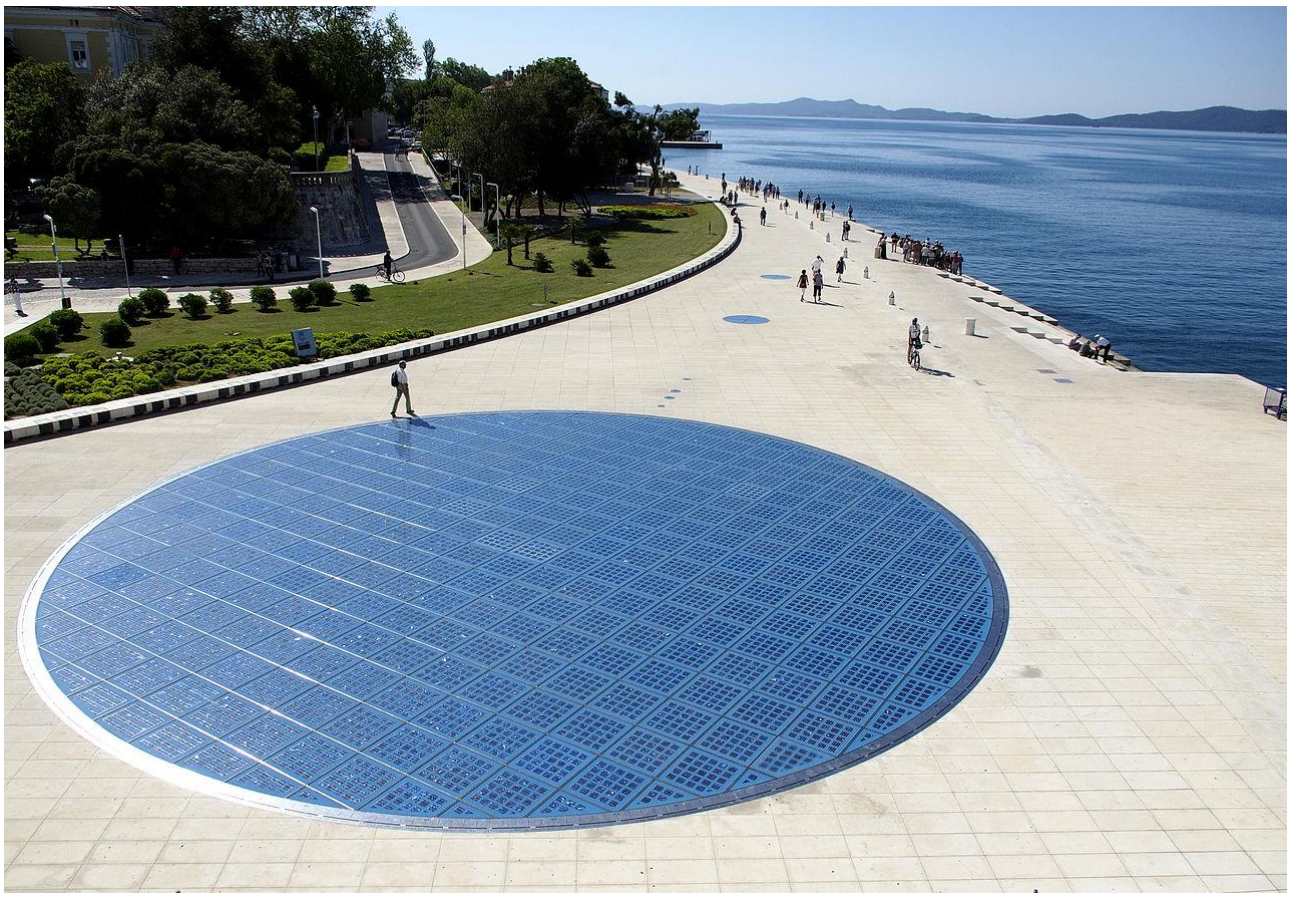

Figura 32 Impianto fotovoltaico installato all'interno della pavimentazione del lungomare di Zara denominato "Monumento al sole" (© Hajotthu, via Wikimedia Commons).

12.3 Stima del potenziale

A livello di copertura del suolo, presente nella misurazione ufficiale, le superfici che rientrano in categorie, tralasciando le strade, che potrebbero interessare ad eventuali pavimentazioni solari sono le seguenti:

altro rivestimento duro	22.5 km²
marciapiede	1.5 km²
Totale complessivo	24 km²

Si tratta di superfici importanti che però allo stato attuale non rappresentano un potenziale che possa essere considerato.

12.4 Documenti e link

-

12.5 Limiti, ostacoli

I principali limiti sono sia tecnologici che economici, infatti oltre a non esserci ancora sul mercato una soluzione affidabile, sia i costi di installazione che quelli di manutenzione sono presumibilmente elevati e difficilmente calcolabili. Ulteriore limite potrebbe essere il rispetto di normative di sicurezza che in caso di autostrade/strade possono essere molto limitanti.

12.6 Proposte, prossimi passi

Visti i risultati emersi dalle sperimentazioni di integrazione di moduli fotovoltaici nel manto stradale e le limitate dimensioni delle soluzioni esistenti per le applicazioni con minori sollecitazioni, si ritiene che attualmente sia un ambito che non merita di essere approfondito.

13 Conclusioni finali, proposte, prossimi passi

L'obiettivo primario dello studio era quello di effettuare una valutazione sommaria del potenziale di fotovoltaico non convenzionale (superfici già antropizzate esclusi gli edifici) in Ticino. I risultati ottenuti vogliono permettere di stimolare un dibattito a più livelli (pubblico e privato) al fine di sviluppare ulteriormente l'energia solare in un Cantone che potrebbe e dovrebbe diventare, come nell'idroelettrico, uno dei principali attori a livello nazionale.

13.1 Potenziale di fotovoltaico non convenzionale in Ticino

Le analisi effettuate, il cui dettaglio varia molto tra i settori a causa dei dati a disposizione e delle attuali conoscenze tecnologiche, presentano dei risultati il cui ordine di grandezza è significativo per delle prime valutazioni sull' idoneità tecnica e finanziaria.

Trattandosi di applicazioni fotovoltaiche non su edifici vi sono, per tanti dei settori considerati, delle limitazioni a livello normativo che attualmente non le rendono attuabili. Nel caso in cui si intenda promuoverle, bisognerà in primis prevedere delle modifiche di legge. Inoltre, per diversi settori vi sono delle incertezze sia a livello di accettazione dell'opinione pubblica che a livello tecnologico, incertezze che necessitano ancora delle sperimentazioni da effettuare preferibilmente alle nostre latitudini.

La tabella seguente riassume il potenziale dei singoli settori. Il totale individuato andrebbe a coprire completamente il fabbisogno richiesto per soddisfare le esigenze della strategia energetica 2050 (1 GW per il Ticino).

Tabella 12 Potenziale di fotovoltaico non convenzionale Ticino

Settore	Stima potenza installabile [MWp]
Opere idroelettriche	10
Superfici lacustri artificiali	360
Strutture del traffico e dei trasporti	292
Ripari valangari	-
Agricolo e ortofrutticolo	365
Infrastrutture tecniche	4
Discariche e cave dismesse	-
Altre situazioni	-
TOTALE	**1'031**

Risulta molto chiaro che i settori che presentano dei presupposti interessanti, dal punto di vista della stima di potenza installabile, siano le superfici lacustri, le strutture del traffico e il settore agricolo e ortofrutticolo. Questi 3 settori da soli potrebbero raggiungere quasi 1 GW di potenza, ciò che è indicativamente l'obiettivo indicativo della strategia energetica 2050 per quello che riguarda il Ticino. Questo importante potenziale rappresenta quasi la metà di quello dei tetti degli edifici ticinesi, che si attesta attorno ai 2 GW, ma che attualmente fatica ad essere sfruttato su larga scala, malgrado i diversi incentivi sia a livello federale che cantonale.

Il fotovoltaico non convenzionale potrebbe permettere di aumentare più rapidamente la potenza d'impianti installati. Vi sono inoltre tutta una serie di vantaggi collaterali tipici del fotovoltaico non convenzionale. Nel caso delle superfici lacustri artificiali, questi impianti potrebbero produrre maggiormente nel periodo invernale. In altri settori, come quello agricolo, i benefici riguardano anche aspetti inerenti la produzione ortofrutticola stessa.

Nei prossimi anni le condizioni quadro a livello federale, specialmente per gli impianti fotovoltaici con basse percentuali di consumo proprio, dovrebbero migliorare, rendendo ancora più interessanti la realizzazione di impianti di grandi dimensioni, il cui costo dell'energia elettrica prodotta è, per questioni d'economia di scala, già concorrenziale con tutte le altre tecnologie attualmente disponibili.

A livello economico potrebbe esserci l'opportunità per il Cantone Ticino di sviluppare in maniera importante una parte della filiera di produzione di energia fotovoltaica, che nel caso della realizzazione di 1 GW di potenza, con gli attuali costi degli impianti fotovoltaici, equivarrebbe a investimenti per oltre 1 miliardo di franchi nei prossimi 30 anni.

Per permettere al fotovoltaico non convenzionale di svilupparsi rimangono comunque ancora diverse barriere (normative, tecniche, sociali, ecc.) che devono essere eliminate. Nel prossimo capitolo vengono presentate le principali proposte su come si potrebbe procedere per i 3 settori che, in base alle analisi del presente studio, sono risultati particolarmente promettenti.

13.2 Proposte e prossimi passi

Al fine di permettere o migliorare le condizioni per l'eventuale installazione di impianti fotovoltaici in situazioni non convenzionali, è essenziale adottare a breve termine le seguenti misure:

- Modifica della Legge cantonale sull'energia (Len) che attualmente non permette la posa di impianti fotovoltaici su superfici lacustri artificiali

  È già in atto la modifica la legge cantonale sull'energia, anche se la fase di consultazione è conclusa da tempo; malgrado ciò, visto che la modifica non è ancora entrata in vigore, sarebbe opportuno segnalare in forma scritta la richiesta di modifica per permettere gli impianti fotovoltaici su superfici lacustri artificiali.
- Modifica dei Piani regolatori dei singoli Comuni in quei casi dove è ancora in vigore un divieto di principio di installare impianti fotovoltaici nei nuclei.
- Studio di dettaglio dei risultati dell'impianto pilota fotovoltaico flottante sul Lac des Toules

  Nell'ambito del progetto pionieristico vallesano vi è stata la messa in funzione dell'impianto pilota a novembre 2019 e a breve saranno disponibili i dati riguardanti il funzionamento per un anno intero. Un primo contatto con il responsabile del progetto Guillaume Fuchs di Romande Energie Services SA è stato preso, potrebbe essere anche interessante organizzare una visita.
- Modifica della Legge federale sulla pianificazione del territorio (LPT) che attualmente permette l'edificazione in zone agricole solo di edifici e di impianti che sono necessari alla coltivazione agricola o all'orticoltura.

  A livello parlamentare è già stato depositato un postulato dal consigliere nazionale Bendahan Samuel che chiede di "Sostenere e agevolare dei progetti pilota nel settore agrovoltaico". Si potrebbe ora procedere con una mozione per chiedere delle modifiche legislative che permettano l'integrazione del fotovoltaico in ambito agricolo (vedi mozione 20.4089 Promuovere lo sviluppo del settore agrivoltaico depositata da Rocco Cattaneo).
- Sperimentazione agrovoltaico (campo e serre) a livello cantonale

  Su iniziativa della SUPSI si sta esplorando la possibilità di sperimentare queste soluzioni presso l'azienda agraria cantonale di Mezzana. Il possibile progetto prevede anche la partecipazione della sezione dell'agricoltura, centro professionale del verde, Agroscope e altri partners da definire.
- Mappatura georeferenziata dei parcheggi privati e pubblici

  Nell'ambito dei lavori di preparazione per l'introduzione della tassa di collegamento sarebbe opportuno procedere ad una mappatura georeferenziata dei parcheggi ed eventualmente ipotizzare delle misure di agevolazione o incentivazione per chi integra il fotovoltaico nei parcheggi.
- Promozione di partenariati pubblico-privato per impianti fotovoltaici non convenzionali

  La pubblica amministrazione, con la collaborazione con soggetti privati, può attrarre maggiori risorse di investimento e competenze non disponibili al suo interno. Queste tipologie di partenariato potrebbero accelerare notevolmente la realizzazione di impianti fotovoltaici non convenzionali. Si segnala quale possibile esempio, i raggruppamenti ai fini del consumo proprio in ambito delle strutture del traffico (vendita energia fotovoltaica prodotta ai proprietari dei mappali vicino ai ripari fonici).
- Studio di dettaglio di casi mirati, con il coinvolgimento dei gestori di rete

14 Bibliografia, riferimenti vari

14.1 Bibliografia, riferimenti

- *«Das Schweizer PV-Potenzial basierend auf jedem Gebäude»,* Jan Remund, Simon Albrecht, David Stickelberger, 2019
- *«Zusätzliche Potentiale für die Solarstromerzeugung auf bestehenden Bauten und Freiflächen»*, Fachhoschule Nordwestschweiz, 2015
- *«Ermittlung des Flächenpotentials für den Photovoltaik-Ausbau in Österreich: Welche Flächenkategorien sind für die Erschließung von besonderer Bedeutung, um das Ökostromziel realisieren zu können»*, Hubert Fechner, AT, 2020
- *«PV-Ausbau - Positionen der E-Wirtschaft, um den zur Erreichung der Klima- und Energieziele notwendigen PV-Ausbau sicherzustellen»*, Oesterreichs energie, AT, 2020