REGIONE PUGLIA

PROVINCIA DI FOGGIA

COMUNE DI FOGGIA

COMUNE DI SAN SEVERO

Proponente	SAGITTA SRL		
Progettista:	GreenGo Partnered by: rea reliable energy advisors		
Progettazione	**Ing. Fabio Domenico Amico** Via Milazzo, 17 40121 Bologna f.amico@green-go.net	Studio ambientale e paesaggistico	**Arch. Antonio Demaio** Via N. delli Carri, 48 - 71121 Foggia (FG) Tel. 0881.756251 | Fax 1784412324 Email: sit.vega@gmail.com VEGA sas LANDSCAPE ECOLOGY & URBAN PLANNING Via delli Carri, 48 - 71121 Foggia - Tel. 0881.756251 - Fax 1784412324 mail: info@studiovega.org - website: www.studiovega.org
Studio incidenza ambientale Flora fauna ed ecosistema	**Dott. Forestale Luigi Lupo** Corso Roma, 110 - 71121 Foggia E-Mail: luigilupo@libero.it	Studio idraulico	**Ing. Antonella Laura Giordano** Viale degli Aviatori, 73/F14 - 71122 Foggia (Fg) Tel. 0881.331935 E-Mail: lauragioradano.ing@gmail.com
Studio agronomico	**Dott. Agronomo Giuseppe Caputo** Via Mazzini, 350 - 71010 Carpino (FG) E-Mail: Giuseppecpt92@gmail.com	Studio geologico	**Studio di Geologia Tecnica & Ambientale Dott.sa Geol. Giovanna Amedei** Via Pietro Nenni, 4 - 71012 Rodi Garganico (Fg) Tel./Fax 0884.965793 | Cell. 347.6262259 E-Mail: giovannaamedei@tiscali.it
Studio archeologico	**Dott. Antonio Bruscella** Piazza Alcide De Gasperi, 27 - 85100 Potenza (Pz) Tel. 340.5809582 E-Mail: antoniobruscella@hotmail.it		
Opera	Progetto di realizzazione di un impianto agrovoltaico e opere connesse nel comune di San Severo e Foggia (FG), denominato Antonacci		
Oggetto	Folder: 5N95BX7_DocumentazioneSpecialistica.zip Identificativo file elaborato (pdf): 5N95BX7_DocumentazioneSpecialistica_12 Codice elaborato interno - Titolo elaborato: NTNPD0R10-00 Relazione di Valutazione dei Rischi Climatici Fisici		

00	12/08/2022	Emissione per progetto definitivo	Ing. Oltis Dallto	Ing. Fabio Domenico Amico	Ing. Fabio Domenico Amico
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione

Sommario

SCOPO DELLA RELAZIONE 3

PREMESSA 3

1. IL PRINCIPIO DNSH 4

2. INQUADRAMENTO INTERVENTO AI SENSI DEL PNRR 6

2.1. INVESTIMENTO 1.1: SVILUPPO AGRO-VOLTAICO 7

2.2. REGIME VINCOLI DNSH 8

3. CAMBIAMENTI CLIMATICI E SCENARI FUTURI 10

3.1. UNA VISIONE GLOBALE 10

3.2. QUADRO EUROPEO 11

3.3. LA REGIONE DEL MEDITERRANEA – IL RAPPORTO MGI E IPCC CLIMATE CHANGE 2022 12

3.4. PERCORSI PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE 14

3.5. MITIGAZIONE E ADATTAMENTO 14

3.6. LA RESILIENZA CLIMATICA 15

3.7. SCENARI CLIMATICI PER L'ITALIA 15

4. IL PROGETTO ANTONACCI: ANALISI DEI RISCHI CLIMATICI FISICI IN FUNZIONE DEL LUOGO DI UBICAZIONE – REQUISITO E.3 LINEE GUIDA IN MATERIA DI IMPIANTI AGRIVOLTAICI 19

4.1. INQUADRAMENTO E DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE DELL'AREA DI PROGETTO 19

4.1.1. CARATTERISTICHE CLIMATICHE 20

4.1.2. CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE 22

4.1.3. CAPACITÀ D'USO DEL SUOLO - LAND CAPABILITY CLASSIFICATION 23

4.2. ANALISI RISCHI 25

4.2.1. RISCHI FISICI ACUTI 27

4.2.2. RISCHI FISICI CRONICI 31

5. CONCLUSIONI 32

SCOPO DELLA RELAZIONE

La presente relazione è stata redatta con l'obbiettivo di soddisfare il requisito **E.3** ***Monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici*** riportato nelle Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici redatte con il supporto di CREA, GSE, ENEA, RSE nelle quali vengono descritte le caratteristiche minime e i requisiti che un impianto fotovoltaico dovrebbe possedere per essere definito agrivoltaico, distinguendo tra impianti più avanzati, che possono accedere agli incentivi PNRR, ed altre tipologie di impianti agrivoltaici che possono comunque garantire un'interazione più sostenibile fra produzione energetica e produzione agricola.

Ai sensi delle Linee guida, in fase di progettazione: il progettista dovrebbe produrre una relazione recante l'analisi dei rischi climatici fisici in funzione del luogo di ubicazione, individuando le eventuali soluzioni di adattamento.

PREMESSA

Con l'accordo di Parigi, i Paesi di tutto il mondo si sono impegnati a limitare il riscaldamento globale a 2°C, facendo il possibile per limitarlo a 1,5° C, rispetto ai livelli preindustriali. Per raggiungere questo obiettivo, l'Unione Europea attraverso lo European Green Deal (COM/2019/640 final) ha definito nuovi obiettivi energetici e climatici estremamente ambiziosi che richiederanno la riduzione dei gas climalteranti (Green House Gases, GHG) al 55 per cento nel 2030 e alla neutralità climatica nel 2050. La Comunicazione, come noto, è in via di traduzione legislativa nel pacchetto "Fit for 55" ed è stato anticipato dalla Energy transition strategy, con la quale le misure qui contenute sono coerenti.

Nel periodo 1990-2019, le emissioni totali di gas serra in Italia si sono ridotte del 19% (Total CO2 equivalent emissions without land use, land-use change and forestry), passando da 519 Mt CO2eq a 418 Mt CO2eq. Di queste le emissioni del settore delle industrie energetiche rappresentano circa il 22%, quelle delle industrie manifatturiere il 12% con riferimento ai consumi energetici e il l'8% con riferimento ai processi industriali, quelle dei trasporti il 25%, mentre quelle del civile (residenziale, servizi e consumi energetici agricoltura) rappresentano il 19% circa. Non vanno peraltro trascurate le emissioni prodotte dai rifiuti (4%) e quelle prodotte da coltivazioni ed allevamenti (7%), dal momento che queste ultime sono caratterizzati da riduzioni piuttosto contenute.

La suddetta riduzione rappresenta un risultato importante, ma ancora lontano dagli obiettivi 2030 e 2050 per raggiungere i nuovi target del PNIEC in corso di aggiornamento.

Per fronteggiare seriamente il problema dei cambiamenti climatici bisogna, quindi:

- RICONOSCERE l'esistenza del problema dei cambiamenti climatici, smettere di negare, di rinviare
- COMPRENDERE meglio quello che sta succedendo e che succederà, i motivi diretti e profondi
- **ADATTARSI ai cambiamenti climatici ovvero ridurre i danni dei cambiamenti climatici in atto e inevitabili in futuro**
- MITIGARE i cambiamenti climatici: ridurre le emissioni e potenziare gli "assorbimenti" delle foreste

1. IL PRINCIPIO DNSH

Il Dispositivo per la ripresa e la resilienza (Regolamento UE 241/2021) stabilisce all'articolo 18 che tutte le misure dei Piani nazionali per la ripresa e resilienza (PNRR), sia riforme che investimenti, debbano soddisfare il principio di "non arrecare danno significativo agli obiettivi ambientali". Tale vincolo si traduce in una valutazione di conformità degli interventi al cosiddetto principio del "Do No Significant Harm" (DNSH), con riferimento al sistema di tassonomia delle attività ecosostenibili, di cui all'articolo 17 del Regolamento (UE) 2020/852 ex-ante, in itinere ed ex-post

Il principio DNSH, declinato sui sei obiettivi ambientali definiti nell'ambito del sistema di tassonomia delle attività ecosostenibili, ha lo scopo di valutare se una misura possa o meno arrecare un danno ai sei obiettivi ambientali individuati nell'accordo di Parigi (Green Deal europeo). In particolare, un'attività economica arreca un danno significativo:

I. alla mitigazione dei cambiamenti climatici, se porta a significative emissioni di gas serra (GHG);
II. all'adattamento ai cambiamenti climatici, se determina un maggiore impatto negativo del clima attuale e futuro, sull'attività stessa o sulle persone, sulla natura o sui beni;
III. all'uso sostenibile o alla protezione delle risorse idriche e marine, se è dannosa per il buono stato dei corpi idrici (superficiali, sotterranei o marini) determinandone il loro deterioramento qualitativo o la riduzione del potenziale ecologico;
IV. all'economia circolare, inclusa la prevenzione, il riutilizzo ed il riciclaggio dei rifiuti, se porta a significative inefficienze nell'utilizzo di materiali recuperati o riciclati, ad incrementi nell'uso diretto o indiretto di risorse naturali, all'incremento significativo di rifiuti, al loro incenerimento o smaltimento, causando danni ambientali significativi a lungo termine;
V. alla prevenzione e riduzione dell'inquinamento, se determina un aumento delle emissioni di inquinanti nell'aria, nell'acqua o nel suolo;
VI. alla protezione e al ripristino di biodiversità e degli ecosistemi, se è dannosa per le buone condizioni e resilienza degli ecosistemi o per lo stato di conservazione degli habitat e delle specie, comprese quelle di interesse per l'Unione europea

Allo scopo di assistere le Amministrazioni titolari di misure e i Soggetti attuatori degli interventi nel processo di indirizzo e nella raccolta di informazioni e verifica per assicurare il rispetto del principio del non arrecare danno significativo all'ambiente, sentito anche il Ministero della transizione ecologica, è stata elaborata la guida operativa per il rispetto del suddetto principio. Essa, inoltre, fornisce indicazioni sui requisiti tassonomici, sulla normativa corrispondente e sugli elementi utili per documentare il rispetto di tali requisiti. Nello specifico, la guida si compone di:

- una mappatura (tra investimenti del PNRR e le schede tecniche) delle singole misure del PNRR rispetto alle "aree di intervento" che hanno analoghe implicazioni in termini di vincoli DNSH (es. edilizia, cantieri, efficienza energetica);
- schede di autovalutazione dell'obiettivo di mitigazione dei cambiamenti climatici per ciascun investimento contenenti l'autovalutazione che le amministrazioni hanno condiviso con la Commissione Europea per dimostrare il rispetto del principio di DNSH;
- schede tecniche relative a ciascuna "area di intervento", nelle quali sono riportati i riferimenti normativi, i vincoli DNSH e i possibili elementi di verifica;
- check list di verifica e controllo per ciascun settore di intervento, che riassumono in modo sintetico i principali elementi di verifica richiesti nella corrispondente scheda tecnica;
- appendice riassuntiva della Metodologia per lo svolgimento dell'analisi dei rischi climatici come da Framework dell'Unione Europea (Appendice A, del Regolamento Delegato (UE) che integra il

regolamento (UE) 2020/852 del Parlamento europeo e del Consiglio.

Nello specifico, le schede di auto-valutazione della conformità delle misure al DNSH indicano se:

- l'investimento contribuirà sostanzialmente al raggiungimento dell'obiettivo della mitigazione dei cambiamenti climatici (eventualmente anche perché si tratta di misure con tagging climatico al 100%);
- l'investimento si limiterà a "non arrecare danno significativo".

Tale informazione di dettaglio è fondamentale per scegliere, all'interno della scheda tecnica, il corretto regime relativo ai vincoli DNSH da adottare per tutti gli interventi rientranti in quella misura. Nella pratica, la mappatura delle misure individua il regime applicabile rispetto all'obiettivo di mitigazione dei cambiamenti climatici, a seconda che la misura contribuisca o meno a tale obiettivo e sulla base di quanto dichiarato nell'auto-valutazione effettuate in sede di predisposizione del Piano.

Successivamente, nella relativa scheda tecnica, si potrà verificare quali procedure adottare, a seconda del regime in cui ricade la misura.

2. INQUADRAMENTO INTERVENTO AI SENSI DEL PNRR

Ai sensi del PNRR, gli interventi che riguardano la realizzazione di sistemi agrivoltaici sono individuati come investimento all'interno degli interventi previsti nella Missione 2. *Rivoluzione verde e transizione energetica*, Componente C2 – *Transizione energetica e mobilità sostenibile*, sotto l'intervento 1 *Incrementare la quota di energia prodotta da fonti di energia rinnovabile e denominato* 1.1: *Sviluppo agro-voltaico*

Relativamente alla componente M2C2 -ENERGIA RINNOVABILE, IDROGENO, RETE E MOBILITÀ SOSTENIBILE del PNRR, si evidenzia che l'obiettivo di questa componente è di contribuire al raggiungimento degli obiettivi strategici di decarbonizzazione attraverso cinque linee di riforme e investimenti, concentrate nei primi tre settori.

- Incremento della quota di energia prodotta da fonti di energia rinnovabile (FER) nel sistema, in linea con gli obiettivi europei e nazionali di decarbonizzazione;
- Potenziamento e digitalizzazione delle infrastrutture di rete per accogliere l'aumento di produzione da FER e aumentarne la resilienza a fenomeni climatici estremi
- Promozione della produzione, distribuzione e degli usi finali dell'idrogeno, in linea con le strategie comunitarie e nazionali
- Sviluppo di un trasporto locale più sostenibile, non solo ai fini della decarbonizzazione ma anche come leva di miglioramento complessivo della qualità della vita (riduzione inquinamento dell'aria e acustico, diminuzione congestioni e integrazione di nuovi servizi)
- Sviluppo di una leadership internazionale industriale e di ricerca e sviluppo nelle principali filiere della transizione

La prima linea di investimento (M2C2.1 INCREMENTARE LA QUOTA DI ENERGIA PRODOTTA DA FONTI DI ENERGIA RINNOVABILE) ha come obiettivo l'incremento della quota di energie rinnovabili.

L'Italia è stato uno dei Paesi pionieri e promotori delle politiche di decarbonizzazione, lanciando numerose misure che hanno stimolato investimenti importanti (si pensi alle politiche a favore dello sviluppo rinnovabili o dell'efficienza energetica). Il PNIEC22 in vigore, attualmente in fase di aggiornamento (e rafforzamento) per riflettere il nuovo livello di ambizione definito in ambito europeo, così come la Strategia di Lungo Termine già forniscono un importante inquadramento strategico per l'evoluzione del sistema, con il quale le misure di questa Componente sono in piena coerenza.

L'attuale target italiano per il 2030 è pari al 30 per cento dei consumi finali, rispetto al 20 per cento stimato preliminarmente per il 2020. Per raggiungere questo obiettivo l'Italia può fare leva sull'abbondanza di risorsa rinnovabile a disposizione e su tecnologie prevalentemente mature, e nell'ambito degli interventi di questa Componente del PNRR:

i) sbloccando il potenziale di impianti utility-scale, in molti casi già competitivi in termini di costo rispetto alle fonti fossili ma che richiedono in primis riforme dei meccanismi autorizzativi e delle regole di mercato per raggiungere il pieno potenziale, **e valorizzando lo sviluppo di opportunità agro-voltaiche;**
ii) accelerando lo sviluppo di comunità energetiche e sistemi distribuiti di piccola taglia, particolarmente rilevanti in un Paese che sconta molte limitazioni nella disponibilità e utilizzo di grandi terreni ai fini energetici;
iii) incoraggiando lo sviluppo di soluzioni innovative, incluse soluzioni integrate e offshore;
iv) rafforzando lo sviluppo del biometano.

2.1. INVESTIMENTO 1.1: SVILUPPO AGRO-VOLTAICO

Il settore agricolo è responsabile del 10% delle emissioni di gas serra in Europa. Con questa iniziativa le tematiche di produzione agricola sostenibile e produzione energetica da fonti rinnovabili vengono affrontate in maniera coordinata con l'obiettivo di diffondere impianti agro-voltaici di medie e grandi dimensioni.

La misura di investimento nello specifico prevede:

i) l'implementazione di sistemi ibridi agricoltura-produzione di energia che non compromettano l'utilizzo dei terreni dedicati all'agricoltura, ma contribuiscano alla sostenibilità ambientale ed economica delle aziende coinvolte, anche potenzialmente valorizzando i bacini idrici tramite soluzioni galleggianti;

ii) il monitoraggio delle realizzazioni e della loro efficacia, con la raccolta dei dati sia sugli impianti fotovoltaici sia su produzione e attività agricola sottostante, al fine di valutare il microclima, il risparmio idrico, il recupero della fertilità del suolo, la resilienza ai cambiamenti climatici e la produttività agricola per i diversi tipi di colture.

L'investimento si pone il fine di rendere più competitivo il settore agricolo, riducendo i costi di approvvigionamento energetico (ad oggi stimati pari a oltre il 20 per cento dei costi variabili delle aziende e con punte ancora più elevate per alcuni settori erbivori e granivori), e migliorando al contempo le prestazioni climatiche-ambientali.

L'obiettivo dell'investimento è installare a regime una capacità produttiva da impianti agro-voltaici di 1,04 GW, che produrrebbe circa 1.300 GWh annui, con riduzione delle emissioni di gas serra stimabile in circa 0,8 milioni di tonnellate di CO2.

Con riferimento alla sezione nella **sezione I- Mappatura di correlazione fra Investimenti - Riforme e Schede Tecniche del PNRR** stesso della Guida Operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente (cd. DNSH), dove vengono riportate le schede tecniche, relative a ciascuna area di intervento, nelle quali sono riportati i riferimenti normativi, i vincoli DNSH e gli elementi di verifica, per i sistemi agrivoltaici (M2C2-Inv.1.1) vengono indicate:

- Scheda 5: Interventi edili e cantieristica generica;
- Scheda 12: Produzione elettricità da pannelli solari

Inoltre, con riferimento agli elementi DNSH sopracitati, gli interventi di realizzazione dei sistemi agrivoltaici, così come tutti gli investimenti che comprendono l'attività di produzione di elettricità da pannelli solari, devono contribuire sostanzialmente alla mitigazione dei cambiamenti climatici. Pertanto, a questi investimenti si applica unicamente il regime del contributo sostanziale ovvero il **Regime 1" - L'investimento contribuirà sostanzialmente al raggiungimento dell'obiettivo della mitigazione dei cambiamenti climatici.**

Con riferimento alla sezione **II- Schede di autovalutazione dell'obiettivo di mitigazione dei cambiamenti climatici**, la misura in questione (M2C2-Inv.1.1) può essere assegnata al campo di intervento 029 (Energia rinnovabile: solare) di cui al regolamento RRF con un coefficiente per il calcolo del sostegno agli obiettivi in materia di cambiamenti climatici del 100%. **L'obiettivo della misura e la natura del campo di intervento sostiene direttamente l'obiettivo della mitigazione del cambiamento climatico.**

Con riferimento alla sezione **III- Schede Tecniche** ed in particolare alla sopracitata **Scheda 12 - Produzione elettricità da pannelli solari**, la stessa scheda fornisce indicazioni gestionali ed operative per tutti gli

interventi che prevedano la produzione di energia elettrica da pannelli solari correlati ai seguenti codici NACE ovvero i codici ATECO[1]:

- D 35.11 - produzione di energia elettrica.

Conseguentemente, la scheda in questione si applica a qualsiasi investimento che preveda la costruzione o gestione di impianti che generano elettricità a partire dalla tecnologia fotovoltaica (PV) di potenza superiore a 1 MW, nonché l'installazione, la manutenzione e la riparazione di sistemi fotovoltaici solari e le apparecchiature ad essi complementari. Il limite viene elevato a 10 MW se le installazioni sono ubicate nelle aree di cui all'articolo 31, comma 7- bis del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77 convertito con la legge 29 luglio 2021, n. 108.

Ai fini del rispetto della tassonomia, la produzione di elettricità da pannelli solari è considerata una attività che contribuisce in modo sostanziale all'obiettivo della mitigazione dei cambiamenti climatici, (vedi paragrafo precedente IL PRINCIPIO DNSH) **solo se**:

- non compromette alcuno dei sei obiettivi ambientali della Tassonomia, e, in particolare, in materia di economia circolare, e salvaguardia della biodiversità, anche agraria.
- è svolta con adeguati livelli di efficienza (inclinazione, assolazione, ampiezza);

2.2. REGIME VINCOLI DNSH

La scheda Scheda 12 - Produzione elettricità da pannelli solari riporta, i sei VINCOLI DNSH, già illustrati in precedenza e che vengono sinteticamente riportati di seguito:

I. Mitigazione del cambiamento climatico;
II. Adattamento ai cambiamenti climatici;
III. Uso sostenibile e protezione delle acque e delle risorse marine;
IV. Economia circolare;
V. Prevenzione e riduzione dell'inquinamento;
VI. Protezione e ripristino della biodiversità e degli Ecosistemi.

Si specifica che, con riferimento al requisito E.3 Monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici riportato nelle Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici è richiesto di produrre, in fase di progettazione, una relazione recante l'analisi dei rischi climatici fisici in funzione del luogo di ubicazione, individuando le eventuali soluzioni di adattamento.

Questo in conformità al punto *II Adattamento ai cambiamenti climatici* dei VINCOLI DNSH di cui sopra, dove viene specificato che **la produzione di elettricità da pannelli solari deve essere realizzata in condizioni e in siti che non pregiudichino l'erogazione dei servizi o le attività impattate da essi in ottica di cambiamenti climatici attuali o futuri.**

Infatti, nella scheda vengono elencate alcune criticità potenzialmente rilevabili nella realizzazione di questo tipo di intervento alla luce dei criteri DNSH che, per il caso specifico dell'Adattamento ai cambiamenti climatici, vengono individuate nella ridotta resilienza agli eventi meteorologici estremi e fenomeni di dissesto da questi attivati.

In tale ottica la scheda prevede le seguenti azioni di verifica:

[1] I Codici ATECO (ATtività ECOnomiche) sono la traduzione italiana della nomenclatura comunitaria NACE (Nomenclature statistique des Activités économiques dans la Communauté Européenne). Si tratta di codici che rispondono ad un criterio di armonizzazione statistica, finalizzato a disporre di una base di classificazione uniforme delle attività economiche in Unione Europea.

- **<u>Elementi di verifica ex ante: In fase di progettazione, conduzione analisi dei rischi climatici fisici funzione del luogo di ubicazione.</u>**
- Elementi di verifica ex post: Verifica attuazione delle soluzioni di adattamento climatico eventualmente individuate

Infine, comparando le principali normative comunitarie applicabili e lee disposizioni nazionali relative a tale attività nella scheda evidenzia che gli elementi di novità derivanti dall'applicazione del DNSH rispetto alla normativa vigente riguardano:

- ❖ La previsione di una valutazione del rischio ambientale e climatico attuale e futuro in relazione ad alluvioni, nevicate, innalzamento dei livelli dei mari, piogge intense, ecc. per individuare e implementare le necessarie misure di adattamento in linea con il Framework dell'Unione Europea;
- ❖ I pannelli solari devono essere realizzati in modo da massimizzare la loro riparabilità, l'utilizzo di componenti caratterizzate ove possibile da durabilità e riciclabilità, facilmente disassemblabili e rimpiazzabili;
- ❖ Non potrà essere impedito l'uso dei suoli destinati alla produzione di alimenti e mangimi per la produzione di elettricità da pannelli solari. Sono pertanto ammessi i progetti di impianti agrivoltaici.

II- Schede di autovalutazione dell'obiettivo di mitigazione dei cambiamenti climatici per ciascun investimento

Titolo misura	Missione	Componente	Id	Name	Commenti Mitigazione Schede DNSH
Transizione energetica e mobilità sostenibile	M2	C2	Ref1.1	Simplification of authorization procedures for renewable onshore and offshore plants and new legal framework to sustain the production from renewable sources and time and eligibility extension of the current support schemes	B- The frameworks resulting from these interventions aim to ensure a homogeneous and rapid authorisation framework that allows the development of projects within a defined timeframe as well as encouraging investments in new and existing renewable capacity and allowing the generation to be decarbonised safely and thus contributing to the achievement of the objectives set in the NECP. Intervention focuses on the realization of RES electricity plants that can be assigned to specific intervention fields (028,029,030bis, 032) foreseen by the RRF regulation with a coefficient for the calculation of support for climate change objectives of 100%. The objective of the measure and the nature of the intervention field directly support the objective of mitigating climate change.
Transizione energetica e mobilità sostenibile	M2	C2	Ref1.2	New legislation to promote renewable gas production and consumption	D- The measure is not expected to lead to significant GHG emissions. Fully compliance with RED2 is ensured with the sustainability certification of biomethane. All the biomethane produced must therefore be certified in accordance with RED2 through the required certification systems. Compliance with Articles 26, 29 and 31 of Directive 2018/2001 ("RED II Directive") and related implementing and delegated acts is ensured. The production of Biomethane, which must comply with the sustainability criteria envisaged for the production of biofuels, will allow the production of 2.3 bcm of sustainable biomethane.
Transizione energetica e mobilità sostenibile	M2	C2	Inv1.1	Development of agri-voltaic systems	B - The measure can be assigned to the intervention field 029 referred of the RRF regulation with a climate change coefficient of 100%. The objective of the measure and the nature of the intervention field directly support the objective of mitigating climate change.
Transizione energetica e mobilità sostenibile	M2	C2	Inv1.2	Promotion of RES for energy communities and jointly acting renewables self-consumers	B - The measure can be assigned to the intervention field 029 of Annex VI of the RRF regulation with a climate change coefficient of 100%. The objective of the measure and the nature of the intervention field directly support the objective of mitigating climate change.
Transizione energetica e mobilità sostenibile	M2	C2	Inv1.3	Promotion of innovative systems (including off-shore)	B - The measure can be assigned to intervention fields 028, 029, 031 in the RRF Annex with a climate change coefficient of 100%. The objective of the measure and the nature of the intervention field directly support the climate change mitigation goal.

Fig. 1: Riferimento schede di autovalutazione dell'obiettivo di mitigazione dei cambiamenti climatici

3. CAMBIAMENTI CLIMATICI E SCENARI FUTURI

3.1. UNA VISIONE GLOBALE

Le conseguenze del cambiamento climatico, che assumono la forma di eventi estremi, costituiscono dei rischi fisici. A lungo trascurati perché considerati remoti e poco probabili, ci richiamano ora all'ordine e stanno bussando alla porta. Non stanno risparmiando nessuno sia nei Paesi ricchi sia in quelli poveri, in diverse latitudini e condizioni climatiche, dalla Siberia al Belgio o alla Germania, passando per la Grecia e la Louisiana. Le loro ricadute sociali, ambientali ed economiche sono disastrose e sono spesso i più poveri a pagare il prezzo più alto visto che si allargano ancor di più le disuguaglianze tra i territori.

Secondo il Global Risks Report del World Economic Forum, nella percezione dei decision maker i rischi ambientali sono cresciuti notevolmente negli ultimi anni. Infatti, tra i primi cinque più importanti rischi che minacciano l'umanità, sia in termini di impatto che di probabilità ci sono gli eventi meteorologici estremi, le catastrofi naturali e il fallimento della mitigazione e dell'adattamento ai cambiamenti climatici, tutti connessi ad altri rischi come la crisi idrica e le migrazioni (World Economic Forum 2019).

Infatti, secondo l'United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR) e il Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED; 2018), tra il 1998 e il 2017 i disastri legati al clima hanno rappresentato il 91% di tutti gli eventi catastrofici e sono stati causati da inondazioni, tempeste, siccità, ondate di calore e altri eventi meteorologici estremi.

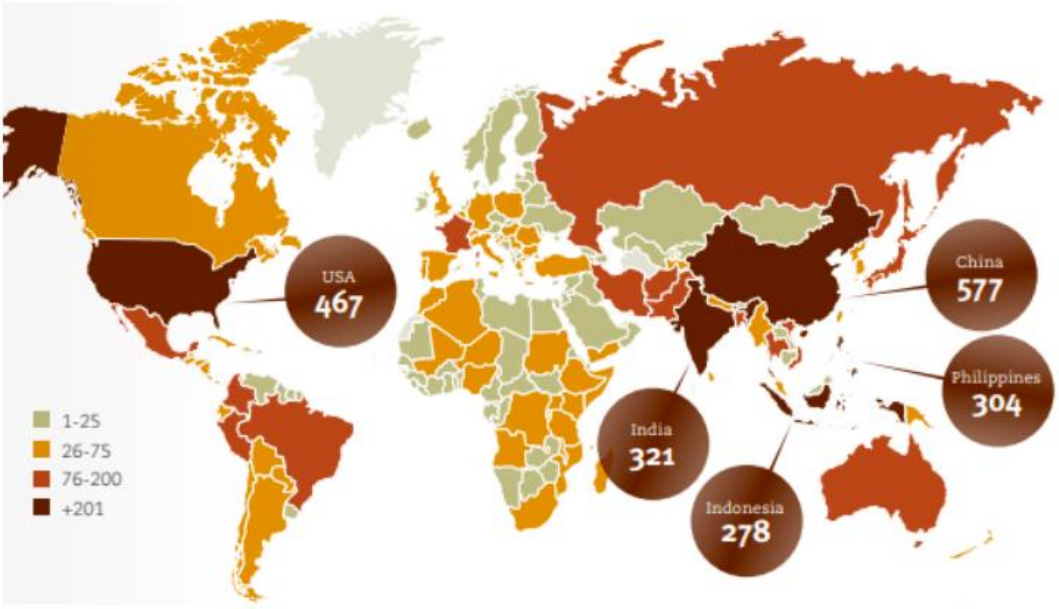


Fig. 2: Numero di catastrofi naturali riportati per Paese (2000-2019). Fonte: Centre for Research on the Epidemiology of Disasters United Nations Office for Disaster Risk Reduction

In termini di perdite, queste calamità legate al clima hanno causato 2.245 miliardi di dollari, pari al 77% del totale, rispetto al 68% delle perdite registrate tra il 1978 e il 1997. Nel complesso, le perdite riportate dagli eventi meteorologici estremi sono aumentate del 151% nell'ultimo ventennio rispetto a quello precedente. In termini monetari assoluti, nel periodo 1998-2017, gli Stati Uniti hanno registrato le maggiori perdite, riflettendo alti valori patrimoniali e frequenti eventi catastrofici, seguiti dalla Cina. Tuttavia, quando si considerano i costi economici espressi come percentuale media del Prodotto Interno Lordo (PIL), le nazioni più colpite sono state tutte le nazioni a reddito più basso.

Anche se è più difficile ricondurre il singolo evento estremo subito dopo il suo verificarsi ai suoi driver e, in particolare, ai cambiamenti climatici, i modelli climatici ci permettono di attribuire l'aumento della frequenza e dell'intensità degli eventi estremi ai cambiamenti climatici (Munich Re 2017). Infatti, il rapporto speciale dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) sulla Gestione dei rischi di eventi estremi e disastri (SREX), che si è concentrato sulla relazione tra i cambiamenti climatici e gli eventi estremi, supporta l'ipotesi a favore della crescente frequenza e intensità degli eventi estremi e degli eventi climatici.

3.2. QUADRO EUROPEO

Secondo l'Agenzia europea dell'ambiente (Aea), le aree oggi esposte a fenomeni estremi lo saranno sempre di più. Si tratta di cosiddetti 'hotspot dei disastri naturali', e sono le zone esposte alle manifestazioni naturali più violente quali terremoti, alluvioni, siccità, trombe d'aria ed eruzioni vulcaniche. Secondo il rapporto sulla riduzione dei rischi di disastri naturali pubblicato oggi, la frequenza delle inondazioni fluviali "triplicherà" entro il 2080 nella Francia meridionale, nel nord Italia e "probabilmente" nella regione del Danubio. Così come la severità delle siccità "mostra un aumento significativo" nella regione del Mediterraneo, in particolare nella penisola iberica, in Francia, Italia e Albania. In prospettiva un problema, dato che nei casi peggiori di siccità i rifornimenti di acqua non saranno garantiti. Si prevedono conseguenze sulla fornitura di acqua e qualità dell'acqua sono molte probabili nelle regioni più popolate, come la Francia centrale, il Belgio, la Germania e il sud Italia. L'aumento delle temperature, con lo scioglimento delle nevi sulle cime alpine, renderà le Alpi ancora meno sicure visto e si prevede un aumento di valanghe oltre di 2000 metri di altitudine.

Il rapporto congiunto della Banca centrale europea (BCE) e dell'European Systemic Risk Board (ESRB) sui rischi legati al clima e sulla stabilità finanziaria, ha illustrato i rischi fisici e di transizione e la loro interazione con il settore bancario dell'UE.

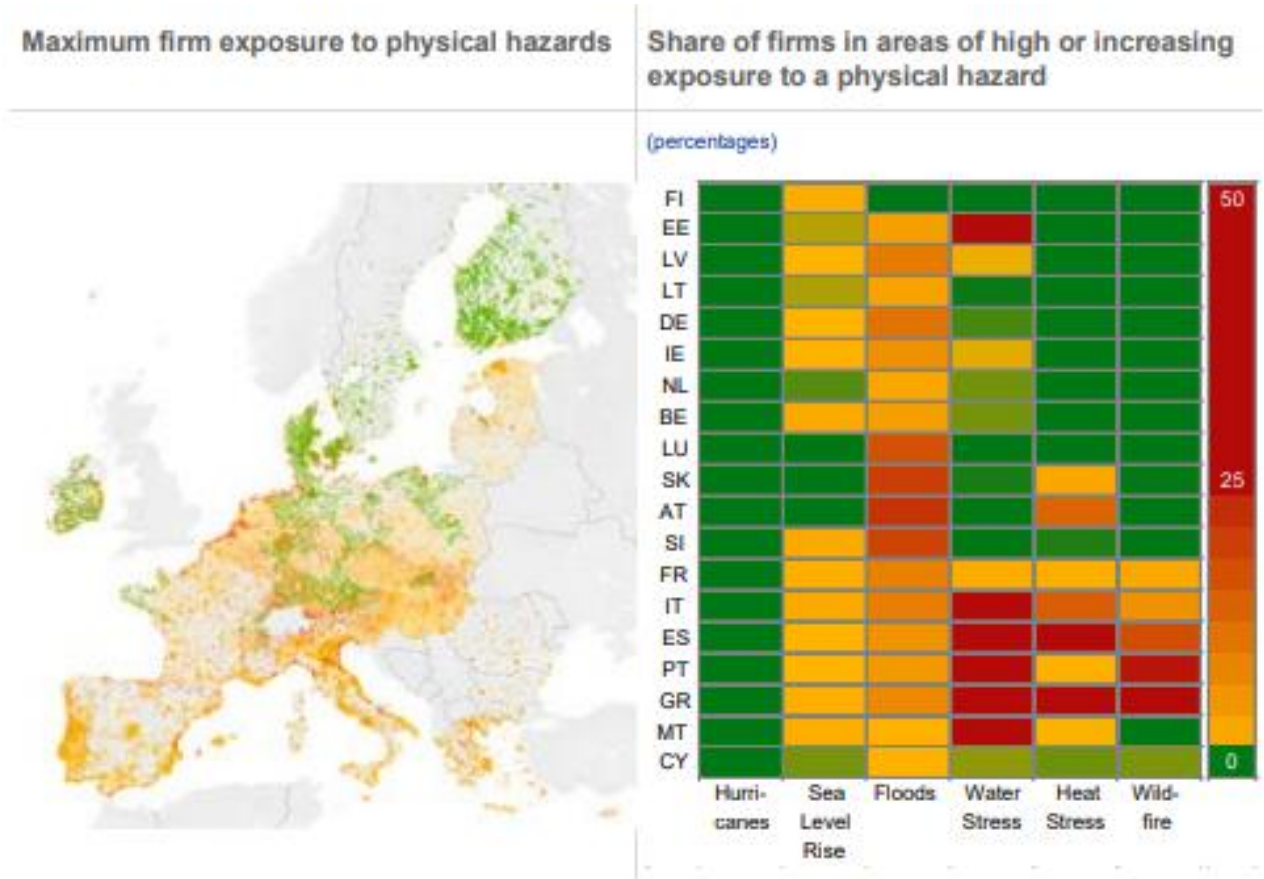


Fig. 3: I rischi fisici per le imprese europee derivanti dai cambiamenti climatici derivano principalmente da inondazioni, incendi, ondate di calore o stress idrico. Fonti: Four Twenty Seven, affiliata di Moody's, e calcoli della BCE.

Tra gli altri risultati, il rapporto afferma che le inondazioni dei fiumi sono la più grande minaccia climatica fisica per i bilanci delle banche, con il 10,6% delle esposizioni creditizie verso società non finanziarie (NFC) soggette a livelli elevati o crescenti di questo rischio. Percentuali significative sono anche vulnerabili a ondate di calore, stress idrico e incendi.

Secondo il rapporto, attualmente le inondazioni dei fiumi provocano ogni anno nell'UE e nel Regno Unito danni per circa 7,8 miliardi di euro. Secondo una proiezione, questo potrebbe aumentare fino a quasi 50 miliardi di euro in uno scenario di riscaldamento globale di 3°C.

3.3. LA REGIONE DEL MEDITERRANEA – IL RAPPORTO MGI E IPCC CLIMATE CHANGE 2022

Il Rapporto "Climate risk and response: Physical hazards and socioeconomic impacts" è stato presentato da McKinsey Global Institute (MGI), l'Istituto di ricerca economica del gruppo di consulenza internazionale McKinsey & Company, nel gennaio 2020 al World Economic Forum (WEF). Esso è basato su uno scenario di emissione Representative Concentration Pathways-RCP8.5 dell'ultimo Rapporto di valutazione (AR5) del Gruppo intergovernativo di esperti ONU sui cambiamenti climatici (IPCC), che suppone che l'umanità continui ad emettere gas ad effetto serra come ha fatto finora, e presenta 9 casi studio dei rischi climatici previsti al 2030 e al 2050, e quali misure possono essere intraprese per gestirli.

Il caso che ci coinvolge è quello del Bacino del Mediterraneo analizzato per il rischio climatico correlato alla capacità di vivere in condizioni di aumento previsto delle temperature, tant'è che il titolo che viene assegnato al caso è: "Un bacino del Mediterraneo senza più un clima mediterraneo?

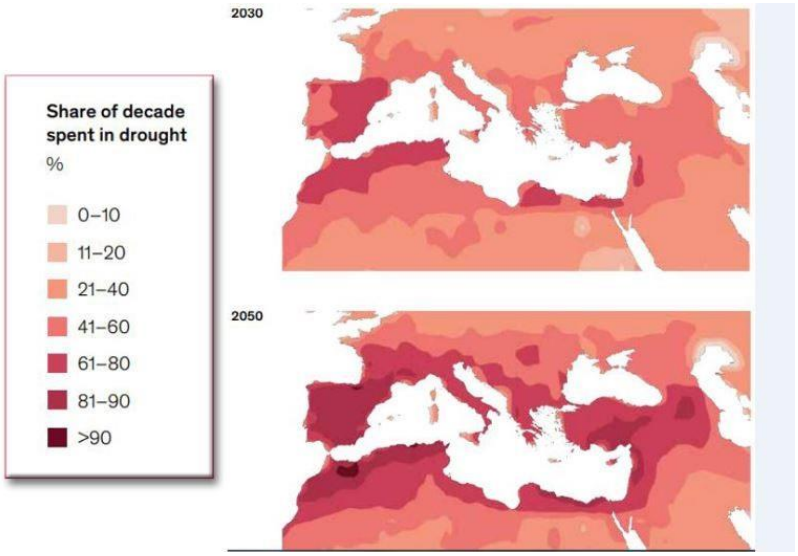


Fig. 4: La percentuale dello stato di siccità riferita ad un decennio. Fonte: "Climate risk and response: Physical hazards and socioeconomic impacts"

Lo studio vi prevede lunghi periodi di siccità, con la quantità di pioggia annuale in calo di oltre il 15% entro il 2050 in Africa settentrionale, Spagna e Grecia. Il clima diventerebbe più caldo con Marsiglia che al 2050 avrebbe le temperature medie annuali simili a quelle attuali di Algeri, e Madrid a quelle di Marrakesh, con impatti notevoli su settori chiave quali turismo, in particolare sulle località balneari, e l'agricoltura, soprattutto sulla viticoltura.

Secondo il rapporto IPCC CLIMATE CHANGE 2022, la regione del Mediterraneo ospita un'eccezionale diversità biologica e ricchezza socio-culturale originari di tre continenti. La natura del Mar Mediterraneo semichiuso e la complessa la topografia implica caratteristiche fisiografiche ed ecologiche uniche. La regione ha subito

continui cambiamenti dalle attività umane nel corso di diversi millenni, e ora ospita più di 500 milioni di persone con alta concentrazione di insediamenti urbani e infrastrutture industriali vicino al livello del mare. La regione è la principale destinazione turistica mondiale e una delle sue rotte marittime più trafficate. Il cambiamento climatico interagisce fortemente con altri problemi ambientali nel bacino del Mediterraneo, derivanti da urbanizzazione, cambiamenti nell'uso del suolo, pesca eccessiva, inquinamento, perdita di biodiversità e degrado degli ecosistemi terrestri e marini (2022 CCP4.1.1)

I principali rischi regionali identificati includono l'aumento della scarsità d'acqua (in particolare nel sud e nell'est) e siccità (al Nord), rischi costieri per inondazioni, erosione e intrusioni di acqua salata, incendi, perdita di suolo e dell'ecosistema marino, nonché i rischi per la produzione e la sicurezza alimentare, la salute umana, il benessere e il patrimonio culturale (2022 CCP4.1.1).

Durante il XXI secolo, si prevede che il cambiamento climatico si intensificherà in tutta la regione. Si stima che le temperature dell'aria e dei mari nonché le loro massime (in particolare le ondate di calore) continuino ad aumentare più della media globale. Il riscaldamento medio annuale previsto nel suolo alla fine del secolo è calcolato nell'intervallo da 0,9 a 5,6°C rispetto agli ultimi due decenni del XX secolo. **È probabile che le precipitazioni diminuiscano dal 4% al 22% nella maggior parte delle aree, a seconda dello scenario di emissione. È probabile che le precipitazioni estreme aumenteranno nella parte settentrionale della regione mentre la siccità diventerà prevalente in molte aree** (2022 CCP4.1.4).

Si prevede che il livello del mare Mediterraneo aumenterà ulteriormente nei prossimi decenni e secoli, probabilmente raggiungendo 0,15-0,33 m nel 2050 e 0,3-0,6 m (scenario SSP1-1.9[2]) ovvero 0,6-1,1 m (scenario SSP5-8.5[3]) nel 2100 (relativo al 1995-2014). Non si possono escludere valori superiori e il processo è irreversibile su scala da secoli a millenni.

A causa della sua particolare combinazione di molteplici forti rischi climatici e di elevata vulnerabilità, la regione del Mediterraneo è un punto caldo per rischi climatici altamente interconnessi. I principali settori economici nella regione (agricoltura, pesca, silvicoltura, turismo) sono altamente vulnerabili ai rischi climatici, mentre è notevole anche la vulnerabilità socioeconomica. Le zone basse sono le zone più vulnerabili per le coste rischi legati al clima (ad es. innalzamento del livello del mare, inondazioni, erosione) e altri rischi conseguenti (ad es. intrusione di acqua salata e danni all'agricoltura). **Il cambiamento climatico minaccia la disponibilità di acqua, riducendo il livello annuale dei flussi e deflusso dei fiumi del 5-70%,** riducendo la capacità idroelettrica. Le rese delle colture alimentate dall'acqua piovana possono diminuire del 64% in alcune località. Il riscaldamento e l'acidificazione degli oceani avranno un impatto ecosistemi marini, con conseguenze incerte sulla pesca. La desertificazione influirà ulteriori aree, in particolare al Sud e Sud-Est. Le aree boschive soggette a fuoco possono aumentare del 96-187% in un scenario di +3°C, a seconda della gestione del fuoco. Oltre i 3°C, circa 13-30% delle aree protette Natura 2000 e il 15-23% dei siti Natura 2000 potrebbero andare persi a causa del cambiamento del habitat determinato dal clima (CP4.2, CCP4.3)

La condivisione e la co-produzione di conoscenze possono supportare e migliorare le pratiche di adattamento climatico sostenibilità nella regione del Mediterraneo. **Attualmente, la conoscenza incompleta degli impatti e dei rischi climatici nella parte meridionale e orientale del bacino ostacola la l'attuazione di misure di**

[2] SSP1-1.9: Lo scenario più ottimistico dell'IPCC, descrive un mondo in cui le emissioni globali di CO2 vengono ridotte a zero intorno al 2050. Le società passano a pratiche più sostenibili, con l'attenzione che si sposta dalla crescita economica al benessere generale. Aumentano gli investimenti in istruzione e sanità. La disuguaglianza cade. Il clima estremo è più comune, ma il mondo ha evitato i peggiori impatti dei cambiamenti climatici.

[3] SSP5-8.5: Questo è un futuro da evitare a tutti i costi. Gli attuali livelli di emissioni di CO2 raddoppiano all'incirca entro il 2050. L'economia globale cresce rapidamente, ma questa crescita è alimentata dallo sfruttamento dei combustibili fossili e da stili di vita ad alta intensità energetica. Entro il 2100, la temperatura media globale è di ben 4,4°C in più.

adattamento, creando la necessità di piani attuabili con rafforzati e capacità di ricerca cooperativa e monitoraggio tra i paesi del nord e del sud/est (CCP4.4)

3.4. PERCORSI PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE

I percorsi di sviluppo sostenibile resilienti al clima sono traiettorie che combinano adattamento e mitigazione per realizzare l'obiettivo dello sviluppo sostenibile attraverso un percorso socio ecologico iterativo e in continua evoluzione processi. L'adattamento trasformativo può essere promosso attraverso processi politici e sociali, individuando le condizioni abilitanti e le strategie che facilitano i cambiamenti strutturali.

Tra le principali opzioni sono il cambiamento strutturale in corso nel sistema di energia rinnovabile nella regione, la produzione di risorse biologiche rinnovabili, misure per una maggiore efficienza irrigua dell'acqua, cambiamenti nell'approccio in più settori e una migliore governance regionale (Tabella CCP4.2).

Relativamente al settore dell'Energia trasporto e turismo vengono indicato come opzioni del cambiamento i Piani e regolamenti nazionali per la decarbonizzazione delle fonti fossili e le reti elettriche oltre alle misure per ridurre la domanda di energia, aumentare l'efficienza e convertire i sistemi di trasporto da combustibili fossili a elettricità.

3.5. MITIGAZIONE E ADATTAMENTO

Dal momento che è stato riconosciuto il contributo delle attività umane ai cambiamenti climatici, gli attori politici, sociali ed economici sono chiamati a cercare dei modelli alternativi di produzione e di consumo al fine di mitigare questa esternalità negativa dell'attività umana. Tale obiettivo implica, da un lato, la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra che influenzano la velocità e la portata del cambiamento, mentre dall'altro **l'implementazione di misure di adattamento agli impatti ambientali e socio-economici**. Queste due tipologie di risposta al cambiamento climatico in termini di azioni di mitigazione e di adattamento sono complementari.

La **mitigazione** dei cambiamenti climatici si riferisce quindi a un intervento umano per ridurre le fonti di emissioni di gas a effetto serra o migliorarne l'assorbimento, mentre l**'adattamento** si riferisce al processo di adeguamento alle condizioni climatiche attuali o future e ai suoi effetti al fine di moderare o evitare i danni o sfruttare le opportunità vantaggiose (IPCC 2014a). In altre parole, se i rischi dei cambiamenti climatici sono espressi come combinazione della probabilità di accadimento sia di eventi pericolosi che di tendenze legate ai cambiamenti climatici e dei loro impatti se questi si verificano (IPCC 2014a), la mitigazione mira a ridurre la prima, l'adattamento mira a gestire gli impatti (Swart e Raes 2007).

L'adattamento può essere inteso come prevenzione diretta dei danni, mentre la mitigazione come prevenzione indiretta (Verheyen 2005). Senza la mitigazione, l'adattamento per alcuni sistemi naturali sarebbe impossibile, mentre per la maggior parte dei sistemi umani comporterebbe costi sociali ed economici molto elevati (Klein et al. 2007). Entrambe le strategie comprendono opzioni tecnologiche, istituzionali e comportamentali, che possono essere incoraggiate con l'introduzione di strumenti economici e politici (Klein et al. 2007).

Oltre alle misure di mitigazione, recentemente le imprese si stanno concentrando sulla necessità di definire **misure di adattamento per ridurre la vulnerabilità e aumentare la resilienza all'impatto del cambiamento climatico attuale e futuro.** Tale sforzo richiede una maggiore preparazione in termini di gestione dei rischi da eventi calamitosi (UN Global Compact e UNEP 2012). Tuttavia, i cambiamenti climatici e i loro impatti sul sistema naturale differiscono da altri tipi di cambiamenti ambientali a causa del loro più ampio campo di

applicazione e scala sia in termini spaziali che temporali, dei loro impatti e dell'origine sistemica, della non linearità e della relativa imprevedibilità, delle loro caratteristiche di irreversibilità e distruttività, tutti elementi che implicano difficoltà nella controllabilità e nella gestione (Winn et al. 2011).

3.6. LA RESILIENZA CLIMATICA

Tra i precedenti tentativi di misurare la resilienza vi sono la combinazione di vari fattori, tra cui grado di preparazione alle calamità, infrastrutture, coesione economica e sociale, qualità di vita dei cittadini. Secondo alcuni autori una comunità resiliente ai disastri è quella che può affrontare un evento estremo con un livello tollerabile di perdite, sia in termini di vite umane che di danni, ed è in grado di mettere in piedi azioni di mitigazione del rischio per raggiungere un livello di protezione sufficiente.

La resilienza climatica può essere generalmente definita come la capacità di adattamento di un sistema socio-ecologico di:

(1) assorbire gli stress e mantenere la funzione di fronte agli stress esterni imposti dai cambiamenti climatici;
(2) adattarsi, riorganizzarsi ed evolversi in più configurazioni desiderabili che migliorino la sostenibilità del sistema, lasciandolo meglio preparato per i futuri impatti dei cambiamenti climatici.

Secondo un rapporto del National Climate Assessment, intraprendere azioni per favorire la resilienza ai cambiamenti climatici potrebbe far risparmiare a lungo termine dei miliardi. Entro la fine del secolo, infatti, è stato stimato che i costi del cambiamento climatico potrebbero rappresentare il 10% dell'intera economia statunitense (2 miliardi di dollari l'anno) a causa dei danni arrecati alle infrastrutture e alla proprietà privata da fenomeni atmosferici violenti, come tempeste o allagamenti.

Poiché gli impatti climatici, le capacità di adattamento e di riduzione del rischio di catastrofi variano notevolmente da una regione all'altra, lo sviluppo scientifico e l'innovazione proposti dovrebbero rispondere alle esigenze specifiche individuate a livello regionale e locale con risposte e misure su misura, riconoscendo pienamente la governance basata sul luogo, le caratteristiche socioeconomiche e identitarie e altri dati relativi al luogo.

Un problema chiave legato alla resilienza è che gli investimenti a favore della stessa prevengono o riducono i danni e i costi futuri, ma non creano molto valore aggiunto, a differenza di altri investimenti pubblici come le strade a pedaggio o i ponti. Resta il fatto che, per evitare conti troppo salati in futuro, risulta doveroso adoperarsi in tal senso investendo, in primis, alla formazione specializzata per il personale delle imprese e l'utilizzo di tool appositi per valutare il rischio specifico dell'azienda e nello sviluppo, l'aggiornamento ed l'integrazione del proprio piano di adattamento.

3.7. SCENARI CLIMATICI PER L'ITALIA

L'Italia si trova in un cosiddetto hot-spot del cambiamento climatico, caratterizzato da conseguenti rapide variazioni dei fenomeni meteorologici. Se a livello globale l'obiettivo per fine secolo è mantenere entro 1,5°C l'aumento della temperatura globale, l'Italia ha già sforato questo limite e diversi modelli climatici concordano nel confermare un aumento di 2°C nel periodo 2021-2050 (rispetto al 1981-2010).

Oltre all'aumento consistente delle temperature, **un altro impatto di ampia portata consegue dalla diminuzione della frequenza delle piogge cui si associa un aumento della loro intensità**. Il numero di giorni asciutti nel 2020 è stato particolarmente elevato in diverse aree del territorio, con una riduzione della

precipitazione cumulata pari al -5%. Un dato che va letto anche alla luce delle forti oscillazioni, con picchi del +109% a dicembre e del -77% a febbraio a livello nazionale.

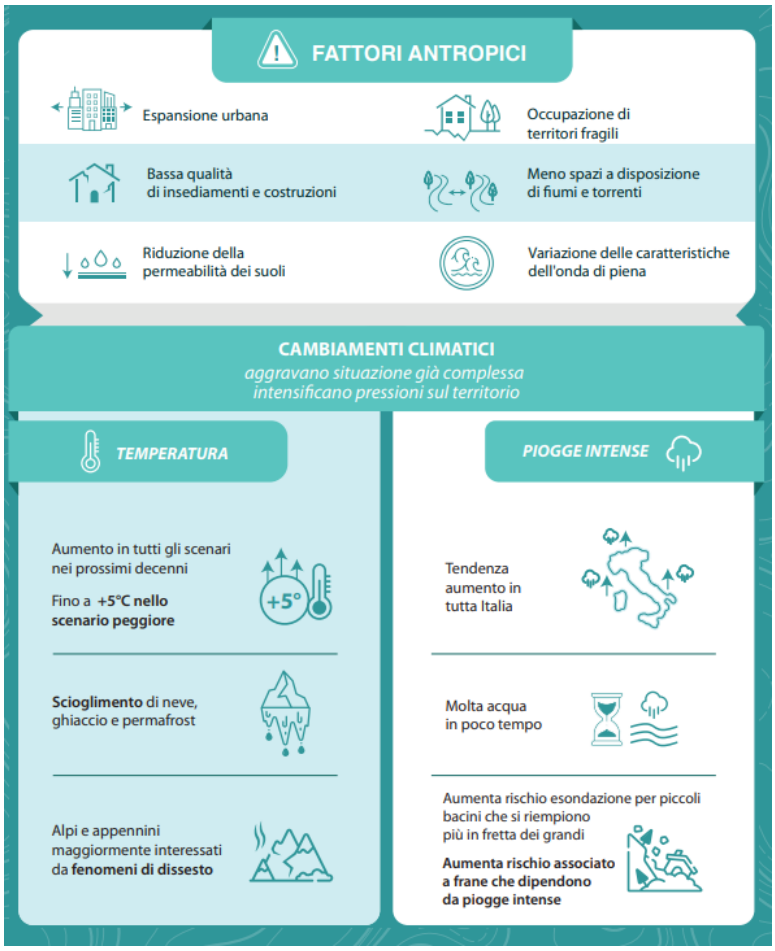


Fig. 5: Fattori che influenzano il rischio geo-idrologico in Italia

La Fondazione CMCC – Centro Euro Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici ha effettuato uno studio del clima previsto per l'Italia nei prossimi decenni e il risultato è stato rappresentato tramite una serie di mappe disponibili sul sito web della fondazione stessa[4]. Lo studio, quindi, classifica i Comuni italiani in base alla loro capacità di resilienza alle calamità, fornendo ai responsabili politici informazioni nuove, affidabili e fondamentali per mitigare il rischio legato agli eventi naturali e per pianificare le future politiche di adattamento ai cambiamenti climatici. Sono stati infatti utilizzati ed incrociati diversi parametri tra cui: accesso ai servizi, stato delle istituzioni, condizione delle abitazioni, grado di coesione sociale, livello di educazione, risorse economiche, stato dell'ambiente e dell'ecosistema. Tenendo conto di questi fattori, in termini di resilienza verso i disastri naturali, lo studio evidenzia una situazione nazionale divisa in due[5]:

- i Comuni del nord Italia mostrerebbero una resilienza maggiore verso le catastrofi naturali;
- il sud Italia risulta caratterizzato da un comportamento esattamente inverso. Si riconoscono tuttavia delle eccezioni in tutta la Penisola.

I risultati del CDRI (indice completo di resilienza ai disastri) in scala comunale sono riportati in Fig 5 insieme all'indice ufficiale di vulnerabilità sociale (SVI) pubblicato dall'Istat. I risultati di SVI mostrano valori più elevati

[4] www.cmcc.it/it/scenari-climatici per-litalia
[5] Si riconoscono tuttavia delle eccezioni in tutta la Penisola.

al nord, valori moderati al centro e valori bassi al sud. In generale, i risultati del CDRI indicano che le aree del nord e del centro Italia hanno punteggi di resilienza più elevati rispetto ai risultati SVI.

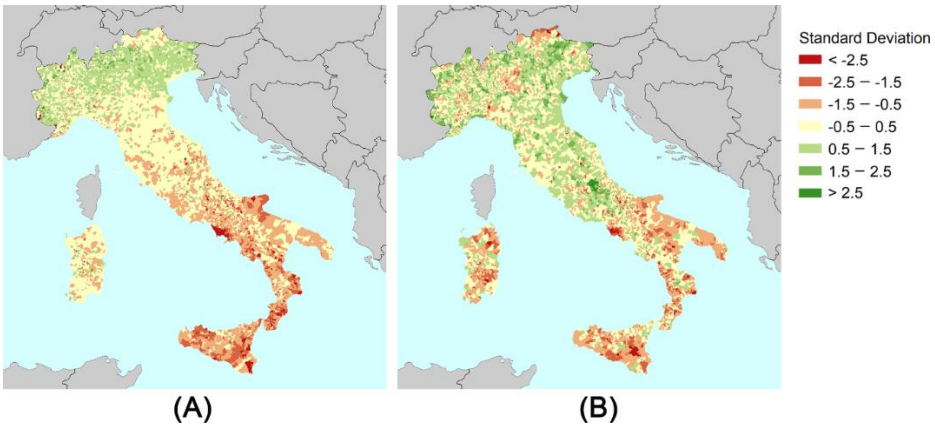


Fig. 6: L' indice globale di resilienza ai disastri. Confronti tra SVI da ISTAT e CDRI derivati dall'analisi AMP.

La successiva figura 6 illustra le differenze tra i punteggi tra ISTAT e CDRI, derivati da un'analisi AMP[6]. Le differenze sono classificate in tre gruppi:

i) le differenze negative corrispondono ai comuni che stanno peggio, passando dalla vulnerabilità sociale (es. SVI) alla resilienza (es. CDRI);
ii) differenze moderate che non mostrano variazioni significative e;
iii) le differenze positive mostrano le aree che stanno meglio in termini di resilienza. Alcuni cluster di differenze negative possono essere identificati in Fig 6, localizzati principalmente nelle regioni italiane Lombardia, Trentino, Sardegna, Basilicata e Puglia.

Il miglioramento della resilienza alle catastrofi è un obiettivo fondamentale delle politiche di riduzione del rischio di catastrofi e di adattamento ai cambiamenti climatici che richiedono una comprensione approfondita delle complesse interazioni tra società, ecosistemi e rischi. La resilienza si costruisce attraverso molteplici caratteristiche, tra cui un'efficace preparazione, la mitigazione del rischio, la ripresa, le trasformazioni che rafforzano la coesione e la fiducia sociale ed economica. Le valutazioni quantitative basate su indicatori vengono in genere applicate per misurare la resilienza combinando più attributi di performance in indici compositi.

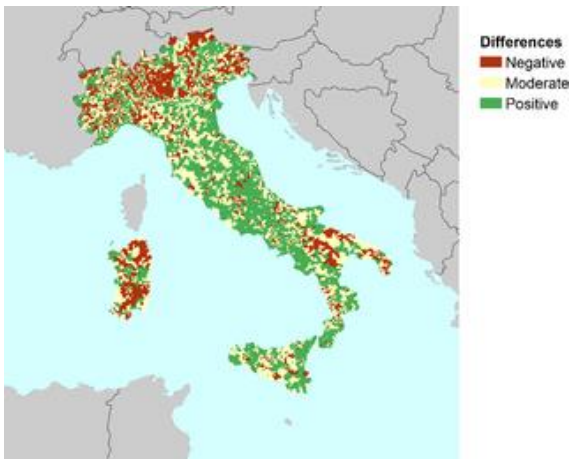


Fig. 7: Grado di differenze tra SVI da ISTAT e CDRI derivato dall'analisi AMP

[6] Analisi Mazziotta-Pareto (AMP) corretta

I risultati devono servire a tutti gli attori politici e governativi per adottare misure di adattamento e gestione dei rischi legati alle catastrofi naturali, tenendo conto delle differenze osservate, e per prevedere lo stanziamento dei fondi necessari per implementare il Framework di Sendai (il quadro delle Nazioni Unite per la riduzione del rischio da catastrofi naturali nel periodo 2015-2030, che prevede investimenti per la resilienza e l'integrazione del concetto di riduzione del rischio di catastrofi nelle politiche di sviluppo sostenibile). L'Italia, del resto, è un territorio già fortemente esposto ai rischi naturali, capire come varia la capacità di resilienza verso questi fenomeni è determinante per prevenire e scongiurare ulteriori tragedie future.

4. IL PROGETTO ANTONACCI: ANALISI DEI RISCHI CLIMATICI FISICI IN FUNZIONE DEL LUOGO DI UBICAZIONE – REQUISITO E.3 LINEE GUIDA IN MATERIA DI IMPIANTI AGRIVOLTAICI

Come già illustrato in precedenza il PNRR, con lo scopo individuare e implementare le necessarie misure di adattamento prevede la redazione una valutazione del rischio ambientale e climatico attuale e futuro in relazione ai seguenti elementi:

- alluvioni;
- nevicate;
- innalzamento dei livelli dei mari;
- piogge intense.

4.1. INQUADRAMENTO E DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE DELL'AREA DI PROGETTO

L'impianto e le relative opere connesse saranno installate nel comune di San Severo e Foggia alla località "Antonacci", in provincia di Foggia ed è raggiungibile attraverso la Strada Provinciale 24, la quale lambisce l'area di impianto sulla sinistra nella direzione nord percorrendola da Foggia (a circa 12 Km) verso San Severo (a circa 17 Km). Di seguito le coordinate del baricentro dell'area del progetto di impianto agro-agrovoltaico nel sistema di riferimento WGS84: Latitudine 41°35'25.77"N, Longitudine 15°32'57.32"E.

L'area di intervento, la cui superficie è pari a circa 82 ha, è caratterizzata da aree pianeggianti e coltivate. L'area d'intervento è comprensiva delle aree di compensazione e mitigazione, come rappresentato negli elaborati grafici allegati. L'area d'impianto delimitata dalla recinzione è di circa 63 ha.

Fig. 8: Ortofoto aerea dell'area d'intervento

Il territorio in oggetto configura il paesaggio identitario del "Tavoliere delle Puglie", in gran parte costruito attraverso la messa a coltura delle terre salde e il passaggio dal pascolo al grano, attraverso opere di bonifica, di appoderamento e di colonizzazione, con la costituzione di trame stradali e poderali evidenti. Tale area è interessata dalla presenza di alcuni corsi d'acqua a prevalente attività stagionale, provenienti, per la quasi totalità dai Monti Dauni e che, nel caso specifico, vanno a confluire in un ulteriore torrente, il Candelaro, che scorre alla base del Gargano, per poi riversarsi nelle acque nell'Adriatico. Altri elementi caratterizzanti sono i laghetti artificiali, utilizzati per l'irrigazione in agricoltura e in qualche caso naturalizzati con ambienti di canneto e talvolta di filari ripariali di alberi.

Dal punto di vista ambientale l'area vasta considerata, così come l'area di dettaglio, non possiedono particolari elementi di pregio dato che la quasi totalità della superficie è utilizzata dall'agricoltura intensiva che negli ultimi 60 anni ha causato la canalizzazione dei corsi d'acqua e la conseguente eliminazione totale delle formazioni boschive riparali e mesofile che un tempo ricoprivano l'area in studio.

Le trasformazioni avvenute nel corso dei secoli e che hanno consegnato il paesaggio attuale, ne hanno determinato una forte semplificazione in termini di biodiversità e una riduzione drastica della componente naturale e seminaturale. La campagna circostante è caratterizzata da attività agricola, per lo più intensiva, in gran parte a seminativi, ma anche cavolo broccolo, asparagi, cavolfiore, broccoli e spinaci, ecc., e limitate aree destinate alle colture arboree (prevalentemente vigneti, uliveti e frutteti).

4.1.1. CARATTERISTICHE CLIMATICHE

L'area d'interesse è caratterizzata da un clima tipicamente mediterraneo, con inverno mite e poco piovoso alternato da una stagione estiva calda e secca, con i minimi assoluti di piovosità di tutta la Penisola nella zona centrale del Tavoliere. Il Tavoliere di Puglia è caratterizzato da condizioni di uniformità climatica tanto da costituire la "Zona climatica omogenea di Capitanata".

Nel complesso, la Piana è quasi interamente circoscritta dall'isoieta annua di 550 mm e in particolare la fascia costiera ricade entro quella di 450 mm. Valori di appena 383 mm sono stati registrati a Zapponeta, prossimi alla soglia di aridità, ricadono al centro della profonda saccatura che si estende da Manfredonia a Barletta e si spinge all'interno verso Foggia.

La sua singolarità nell'ambito dell'intero bacino del Mediterraneo è rappresentata dalla notevole aridità. Le precipitazioni annuali sono scarse e, per giunta, concentrate in mesi in cui l'efficacia per la vegetazione risulta bassa. Due sono i massimi, il primo, più cospicuo, è quello autunnale che fa registrare nel mese di novembre a Foggia circa 60 mm di pioggia, il secondo, quello primaverile, è comunque povero di pioggia sì da non sopperire alle necessità della vegetazione; negli ultimi decenni sempre più frequentemente le colture cerealicole non sono arrivate a maturazione proprio per la mancanza di pioggia nel periodo primaverile. Sembra quasi inutile ricordare che l'estate è assai secca con rari rovesci di breve durata.

Per quanto riguarda le temperature, la zona climatica omogenea di Capitanata è sotto l'influenza delle isoterme 15 e 16 °C, i valori medi estivi superano i 25 °C con punte assai frequenti ben oltre i 40 °C. L'escursione media annua è di 18 °C, con un valore minimo di 7,3 °C e massimo di 25,3 °C; valori che non si discostano significativamente da quelli che caratterizzano il resto della regione pugliese. In definitiva, il clima di quest'area può essere definito un clima secco di tipo semiarido, se si utilizza la classificazione classica del Koppen; o, un clima semiarido di tipo steppico con piogge scarse in tutte le stagioni, appartenente al terzo mesotermale, caratterizzato da un'efficacia termica a concentrazione estiva con evapotraspirazione potenziale fra 855 e 997 mm, secondo la suddivisione di Thorthwaite & Mather.

In particolare, a Foggia l'evapotraspirazione supera di ben 350 mm le precipitazioni annuali, mentre, laddove vi è disponibilità di acqua, in corrispondenza di specchi d'acqua costieri, l'evaporazione media annua si spinge a ben 2300 mm, valori registrati nelle saline di Margherita di Savoia. Anche l'indice modificato di De Martonne, corrispondente alla misura della capacità evaporativa dell'atmosfera, mostra come il triangolo di territorio fra Margherita di Savoia, Foggia e Manfredonia ricada fra le zone a clima arido: steppe circum desertiche.

Un'ulteriore conferma è fornita dall'indice di Paterson che valuta il peso che l'elemento climatico ha sullo sviluppo della vegetazione spontanea, e che mostra i minimi tra Foggia, Cerignola e il mare. In conclusione, si tratta di una delle zone più aride d'Italia. Fortunatamente i numerosi corsi d'acqua, provenienti dall'Appennino, (Candelaro, Cervaro, Carapelle e Ofanto) che solcano il Tavoliere sopperiscono in parte alla peculiare "aridità" della piana, alimentando anche le aree umide costiere.

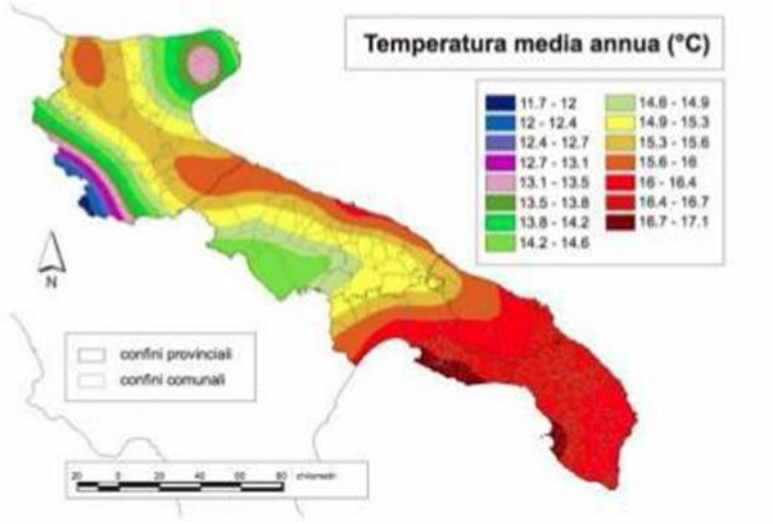


Fig. 9: Distribuzione spaziale delle temperature medie annue in Puglia

Con riferimento al sito specifico dell'impianto Antonacci, si evidenzia che, in base alle medie di riferimento trentennale (1961-1990), della stazione metereologica di Foggia-Amendola (Vedi tabella sottostante), la temperatura media del mese più freddo, gennaio, si attesta a +7,3 °C, mentre quella del mese più caldo, luglio, è di +24,8 °C. Nel medesimo trentennio, la temperatura minima assoluta ha toccato i -10,4 °C nel gennaio 1985 (media delle minime assolute annue di -4,6 °C), mentre la massima assoluta ha fatto registrare i +43,8 °C nel luglio 1983 (media delle massime assolute annue di +39,0 °C).

Foggia Amendola (1971-2000)	Mesi												Stagioni				Anno
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Inv	Pri	Est	Aut	
T. max. media (°C)	11,9	12,7	15,3	18,5	24,2	28,8	31,8	31,8	27,5	22,2	16,3	12,9	12,5	19,3	30,8	22,0	21,2
T. media (°C)	7,5	7,8	9,9	12,7	17,8	22,1	24,9	25,1	21,4	16,8	11,6	8,6	8,0	13,5	24,0	16,6	15,5
T. min. media (°C)	3,1	3,0	4,5	6,9	11,3	15,3	18,1	18,4	15,3	11,5	6,9	4,3	3,5	7,6	17,3	11,2	9,9
T. max. assoluta (°C)	21,4 (1979)	23,4 (1977)	25,4 (1994)	28,4 (1983)	35,8 (1994)	43,2 (1982)	43,8 (1983)	43,0 (1999)	39,6 (1994)	35,4 (1991)	26,4 (1977)	22,2 (1979)	23,4	35,8	43,8	39,6	43,8
T. min. assoluta (°C)	−10,4 (1985)	−6,4 (1991)	−5,0 (1996)	−4,0 (1997)	1,6 (1981)	7,6 (1980)	10,4 (1984)	10,0 (1993)	6,6 (1972)	0,0 (1972)	−4,6 (1973)	−4,0 (2000)	−10,4	−5,0	7,6	−4,6	−10,4
Giorni di calura (T_{max} ≥ 30 °C)	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	11,6	22,6	22,2	7,8	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	56,4	7,8	65,9
Giorni di gelo (T_{min} ≤ 0 °C)	5,4	5,5	2,7	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	3,3	14,2	3,2	0,0	0,9	18,3
Precipitazioni (mm)	35,5	41,3	39,8	37,7	36,1	33,5	26,0	28,6	42,3	45,6	58,3	44,5	121,3	113,6	88,1	146,2	469,2
Giorni di nebbia	5,8	4,0	3,5	2,2	1,7	0,5	0,1	0,3	1,1	3,6	5,1	4,6	14,4	7,4	0,9	9,8	32,5
Umidità relativa media (%)	79	75	73	71	69	64	62	63	68	72	78	80	78	71	63	72,7	71,2

Tabella 1 - Dati metereologici della stazione di Foggia-Amendola relativi al trentennio 1971 – 2000

Le precipitazioni medie annue sono leggermente inferiori ai 500 mm e distribuite in modo simile e in scarse quantità in ogni mese dell'anno, pur con un relativo minimo estivo ed un picco autunnale molto moderato. L'umidità relativa media annua fa registrare il valore di 71,9% con minimo di 61% a luglio e massimo di 81% a dicembre. L'eliofania assoluta media annua si attesta a 6,7 ore giornaliere, con massimo di 10,5 ore giornaliere a luglio e minimo di 3,7 ore giornaliere a dicembre. Il vento presenta una direzione prevalente di maestrale in ogni mese dell'anno, con un'intensità media annua di 3,2 m/s; l'intensità media massima si registra nei mesi di febbraio, marzo ed aprile con 3,4 m/s, mentre l'intensità media minima si registra nel mese di settembre con 3,0 m/s.

I risultati su esposti confermano il carattere termo-mediterraneo del clima, contraddistinto da una discreta disponibilità di precipitazioni (sebbene nelle zone costiere il volume di precipitazioni sia comunque minore rispetto all'entroterra), con spiccati caratteri termo- xerofili, soprattutto nel periodo estivo.

4.1.2. CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE

Il Tavoliere è una vasta pianura delimitata dalla faglia che corre lungo l'alveo del torrente Candelaro a NE, dalle Murge a SO, dalla parte terminale del fiume Ofanto a SE e da un arco collinare ad Ovest. E' caratterizzato da una morfologia piatta inclinata debolmente verso il mare e intervallata da ampie valli con fianchi alquanto ripidi.

La natura dei suoli vede, nel Tavoliere delle Puglie, nel quale ricade il territorio comunale di Foggia, una dominanza di terreni marroni, con sfumature dal marrone chiaro al marrone scuro; terreni rossi veri e propri e terreni grigi con sfumature dal grigio chiaro al grigio più scuro; sono assenti o molto rari i terreni neri e biancastri.

Dal punto di vista pedologico il terreno è povero di scheletro in superficie, ricco di elementi minerali e di humus, aspetto che gli permette di conservare un buon grado di umidità. La roccia madre si trova ad una profondità tale da garantire un buon strato di suolo alla vegetazione; in definitiva i terreni agrari più rappresentati sono a medio impasto tendente allo sciolto, profondi, poco soggetti ai ristagni idrici, di reazione neutra, con un buon franco di coltivazione.

Ai fini dell'esercizio delle attività produttive un fattore critico limitante nello sfruttamento del suolo è rappresentato dal progressivo processo di "desertificazione". Oltre alle condizioni climatiche avverse, l'evoluzione di tali processi è fortemente condizionata da altri fattori quali l'attività estrattiva, la monocoltura (ringrano), il pascolo continuo che tendono a ridurre il contenuto di sostanza organica e aumentare i fenomeni erosivi.

Alcune aree cosiddette "sensibili", ai fenomeni di desertificazione, sono presenti nel comprensorio del Tavoliere, come individuato nella Carta delle Aree Sensibili alla Desertificazione dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale. In rapporto alla scala di intensità alta, media e bassa sensibilità, il territorio comunale ricade in quest'ultima.

Nell'area di progetto si è generato, nel corso dei millenni, un tipo di terreno essenzialmente argilloso-sabbioso, dove il ruolo delle colture legnose è minore e più importante è la presenza del seminativo, generalmente nudo. Sia pure variegati e niente affatto monoculturali, queste subaree sono caratterizzate dalla sequenza di grandi masse di coltura, con pochi alberi di alto fusto, a bordare le strade o ad ombreggiare le rare costruzioni rurali.

Un'utilizzazione agronomica dei terreni nelle suddette condizioni pedologiche impone, necessariamente, che nel corso degli anni si sia provveduto ad una sistemazione idraulica dei comprensori agricoli, al fine di favorire il deflusso delle acque meteoriche in eccesso in una serie di canali che ne consentono il definitivo allontanamento.

4.1.3. CAPACITÀ D'USO DEL SUOLO - LAND CAPABILITY CLASSIFICATION

La capacità d'uso dei suoli (Land Capability Classification, abbreviata in "LCC") è una classificazione finalizzata a valutarne le potenzialità produttive per utilizzazioni di tipo agro-silvopastorale sulla base di una gestione sostenibile, cioè conservativa della risorsa suolo.

La cartografia relativa a questa valutazione è un documento indispensabile alla pianificazione del territorio in quanto consente di operare le scelte più conformi alle caratteristiche dei suoli e dell'ambiente in cui sono inseriti.

I suoli vengono classificati essenzialmente allo scopo di metterne in evidenza i rischi di degradazione derivanti da usi inappropriati. Tale interpretazione viene effettuata in base sia alle caratteristiche intrinseche del suolo (profondità, pietrosità, fertilità), che a quelle dell'ambiente (pendenza, rischio di erosione, inondabilità, limitazioni climatiche), ed ha come obiettivo l'individuazione dei suoli agronomicamente più pregiati, e quindi più adatti all'attività agricola.

Il sistema prevede la ripartizione dei suoli in 8 classi di capacità con limitazioni d'uso crescenti. Le prime 4 classi sono compatibili con l'uso sia agricolo che forestale e zootecnico; le classi dalla quinta alla settima escludono l'uso agricolo intensivo, mentre nelle aree appartenenti all'ultima classe, l'ottava, non è possibile alcuna forma di utilizzazione produttiva.

1	Suoli che presentano pochissimi fattori limitanti il loro uso e che sono quindi utilizzabili per tutte le colture
2	Suoli che presentano moderate limitazioni che richiedono una opportuna scelta delle colture e/o moderate pratiche conservative
3	Suoli che presentano severe limitazioni, tali da ridurre la scelta delle colture e da richiedere speciali pratiche conservative
4	Suoli che presentano limitazioni molto severe, tali da ridurre drasticamente la scelta delle colture e da richiedere accurate pratiche di coltivazione.
5	Suoli che pur non mostrando fenomeni di erosione, presentano tuttavia altre limitazioni difficilmente eliminabili tali da restringere l'uso al pascolo o alla forestazione o come habitat naturale.
6	Suoli che presentano limitazioni severe, tali da renderli inadatti alla coltivazione e da restringere l'uso, seppur con qualche ostacolo, al pascolo, alla forestazione o come habitat naturale.
7	Suoli che presentano limitazioni severissime, tali da mostrare difficoltà anche per l'uso silvo pastorale.
8	Suoli che presentano limitazioni tali da precludere qualsiasi uso agro-silvo- pastorale e che, pertanto, possono venire adibiti a fini creativi, estetici, naturalistici, o come zona di raccolta delle acque. In questa classe rientrano anche zone calanchive e gli affioramenti di roccia.

Tabella 2 - classi di capacità con limitazioni d'uso crescenti

Il secondo livello di questa classificazione è la sottoclasse, con la quale si specifica la natura delle limitazioni all'uso. Le sottoclassi sono contraddistinte da lettere minuscole suffisso:

e – rischi di erosione;

w– presenza di acque in eccesso (drenaggio insufficiente, inondazioni frequenti, ecc.);

s – limitazioni pedologiche nella porzione di suolo esplorata dalle radici;

c – limitazioni di carattere climatico.

Nella figura di seguito si riporta il modello interpretativo che ha portato alla definizione della carta relativa all'area di intervento. Le 8 classi LCC sono definite in base a 11 parametri e alla loro rappresentatività.

MODELLO INTERPRETATIVO DELLA CAPACITÀ D'USO DEI SUOLI

codice limitazione	La classe di capacità d'uso è determinata da quella in cui ricade il fattore (parametro) più limitante								
	Classi LCC ►	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	sotto classi
	Parametri ▼	*Suoli adatti all'uso agricolo*				*Suoli adatti al pascolo e alla forestazione*			*Suoli inadatti ad usi agro-silvo-pastorali*	
1	Prof. utile (cm)	>100	>60 e ≤100	≥25 e ≤60		<25				s (5)
2	Tessitura (1) orizzonte superficiale (%)	Argilla+Limo<70 Argilla<35 Limo<60; Sabbia<85	Argilla+Limo≥70 35≤Argilla<50 Limo<60; Sabbia<85	Argilla≥50 Limo≥60 Sabbia≥85						
3	Schel. orizzonte superficiale (%)	≤15	>15 e ≤35	>35 e ≤70		>70				
4	Pietrosità % (2)	≤0,1	>0,1 e ≤3		>3 e ≤15		>15 e ≤50		>50	
	Rocciosità %	≤2				>2 e ≤25		>25 e ≤50	>50	
5	Fertilità (3) Orizzonte superficiale	5,5<pH<8,5 TSB>50% CSC>10meq $CaCO_3$≤25%	4,5≤pH≤5,5 35<TSB≤50% 5<CSC≤10meq $CaCO_3$>25%	pH<4,5 o pH>8,4 TSB≤35% CSC≤5meq						
6	Drenaggio	buono	mediocre moder. rapido	rapido lento	molto lento	impedito				w (6)
7	Inondabilità	assente	lieve	moderata	alta	molto alta				
8	Limitazioni climatiche	assenti	lievi	moderate			forti	molto forti		c
9	Pendenza (%)	≤2	>2 e ≤8	>8 e ≤15	>15 e ≤25	≤2	>25 e ≤45	>45 e ≤100	>100	e
10	Erosione	assente		debole	moderata	assente	moderata	forte	molto forte	
11	AWC (cm) (4)	>100		>50 e ≤100		≤50				s

(1) è sufficiente una condizione; (2) Considerare solo la pietrosità maggiore o uguale a 7.5 cm.

(3) pH, TSB e CSC riferiti all'orizzonte superficiale; CaCO3 al 1°m di suolo (media ponderata); è sufficiente una condizione

(4) Riferita al 1°m di suolo o alla prof utile se < a 1m; AWC non si considera se il drenaggio è lento, molto lento o impedito

(5) Quando la prof utile è limitata esclusivamente dalla falda (orizz. idromorfo) indicare la sottoclasse w.

(6) Quando la limitazione è dovuta a drenaggio rapido o moderatamente rapido, indicare la sottoclasse s

Significato delle sottoclassi (tipo di limitazione)	Regole nella designazione delle sottoclassi
c = limitazioni dovute a sfavorevoli condizioni climatiche	Quando uno o più tipi di limitazioni concorrono in modo equivalente a determinare la classe, si assegna un doppio suffisso alla sottoclasse (non più di 2), osservando queste priorità: e, w, s, c
e = limitazioni dovute al rischio di erosione	
s = limitazioni dovute a caratteristiche negative de suolo	
w = limitazioni dovute all'eccesso di acqua nel profilo di suolo (interferenza negativa sugli apparati radicali delle piante)	

Fig. 10: Modello interpretativo della capacità d'uso dei suoli

Ai fini della presente indagine si è fatto riferimento ai supporti cartografici della Regione Puglia e precisamente alla Carta della capacità dell'uso del suolo (SIT PUGLIA).

Da tale analisi si è evinto che le caratteristiche del suolo dell'area di studio appartengono alla seconda classe di capacità d'uso (IIs o IIsw), coltivati a seminativi, ma anche vigneti ed oliveti che hanno moderate limitazioni, tali da richiedere pratiche di conservazione, quali un'efficiente rete di affossature e di drenaggi. (Vedi figura sottostante)

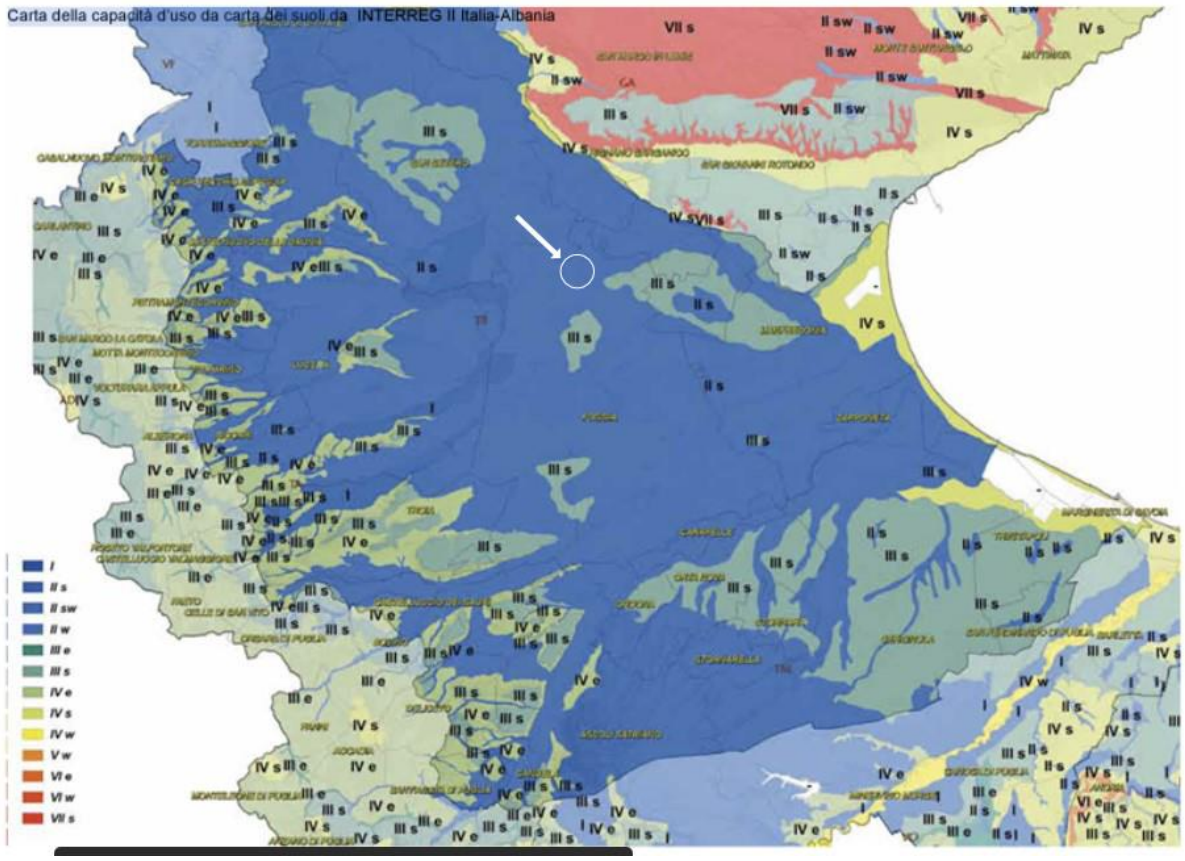


Figura 11: Carta della Land Capability Classification con indicazione (freccia) dell'area di intervento

4.2. ANALISI RISCHI

Adattamento ai cambiamenti climatici significa mettere in atto una serie di azioni volte ridurre i danni dei cambiamenti climatici in atto e inevitabili in futuro, tra le quali si possono menzionare:

- ✓ Predisposizione di sistemi di monitoraggio e allarme
- ✓ Protezione civile
- ✓ Sistemi di soccorso
- ✓ Diversa pianificazione del territorio
- ✓ Modifica delle tecniche costruttive di edifici e infrastrutture
- ✓ Delocalizzazione di alcuni insediamenti
- ✓ Assicurazioni
- ✓ Tecniche di coltivazione e irrigazione
- ✓ Definizione di un "Piano di adattamento" con linee guida e priorità

A causa del climate change imprese, industrie, utility e multiutility si trovano già a dover fronteggiare una serie di problematiche molto significative: ad esempio, l'aumento dei costi operativi, la riduzione del valore delle attività e la riduzione della domanda di beni e servizi. In generale, più numerosi sono i servizi e i prodotti offerti e maggiori sono le difficoltà da superare, a causa dell'intreccio tra business appartenenti a categorie che sono simili solo in apparenza. Per questo, nella valutazione dei rischi, è necessario lavorare molto nel dettaglio, con il risk assessment che in pochi casi può essere replicabile tra diversi settori, mentre quasi sempre serve un lavoro di analisi approfondito, organico e puntuale.

Nel giugno 2019 sono state pubblicate le "European Commission's new guidelines on reporting climate change related information" con l'elenco dei rischi per le imprese causati dai cambiamenti climatici:

Relativamente ai **Rischi fisici** derivanti dal cambiamento delle condizioni climatiche, essi sono distinti in:

- ✓ **Rischi fisici acuti** - se connessi ad eventi naturali catastrofici locali (ad esempio alluvioni, ondate di caldo, incendi, eccetera);
- ✓ **Rischi fisici cronici** - se connessi a cambiamenti climatici a lungo termine (ad es. riscaldamento globale, innalzamento del livello dei mari, carenza della risorsa idrica ecc.).

Tra gli effetti dei cambiamenti climatici si osservano, come più volte citato in precedenza, le estremizzazioni dei fenomeni atmosferici **(rischi fisici acuti)** che possono generare eventi come siccità e incendi, ondate di calore, cicloni, frane, bombe d'acqua, alluvioni: tali eventi producono impatti sull'idrologia degli impianti di produzione di energia elettrica, con i connessi risvolti economici e costituiscono aspetti di attenzione per le conseguenze che producono sugli asset di proprietà (ad esempio guasti alla rete di monitoraggio, sicurezza, eventuale storage ecc) e sulla marginalità (riduzione per effetto dei danni agli impianti di produzione). Tali eventi hanno altresì impatti sulla programmazione della disponibilità dell'energia prodotta e della relativa manutenzione programmata.

I trend di cambiamento climatico determinano variazioni nelle distribuzioni di temperature **(rischi fisici cronici)** che impattano prevalentemente sulle dinamiche di produzione dell'energia dei pannelli fotovoltaici, del gas, dell'acqua e dell'energia elettrica oppure variazioni nel regime delle precipitazioni con impatti sulla produzione delle centrali idroelettriche e sulla scarsità di risorsa idrica per la distribuzione.

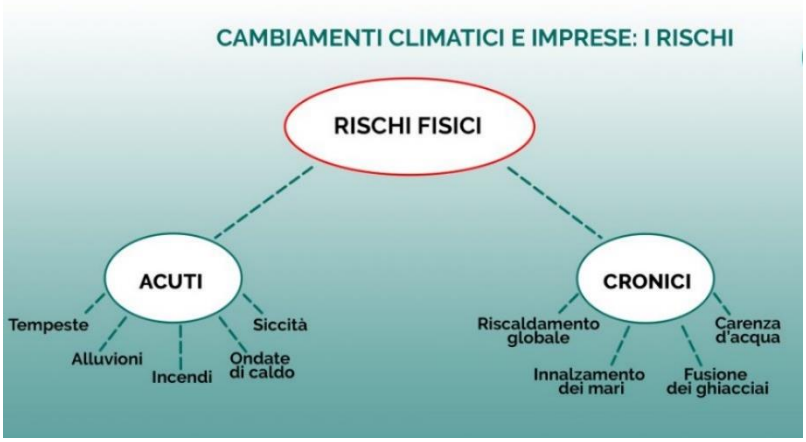


Fig. 12: Rischi fisici per le imprese derivanti dal cambiamento delle condizioni climatiche secondo l'European Commission's new guidelines on reporting climate change related information

Nella presente valutazione dei rischi da cambiamento climatico, l'analisi si fonda sulla definizione di alcuni orizzonti temporali (2030, 2040, 2050) come meglio specificato nel capitolo 3.3. I dati climatici si basano sugli scenari dell'International Panel on Climate Change (IPCC), esposti nel capitolo in questione e a cui si rimanda per ulteriori dettagli.

L'analisi effettuata prende in esame alcuni asset dell'impianto, in particolare quelli che potenzialmente risulterebbero maggiormente esposti ai rischi da cambiamento climatico ovvero le strutture prefabbricate delle cabine di trasformazione e di consegna e gli inverter. I pannelli fotovoltaici, posti ad un'altezza maggiore di 2,10m da terra, e i cavidotti, interrati, non sono stati considerati nella presente analisi poiché considerati non soggetti a rischi fisici dovuti a cambiamenti climatici.

Tuttavia, per i pannelli fotovoltaici e altri asset dell'impianto dovranno essere previste coperture assicurative contro gli eventi estremi in analogia con quanto previsto, generalmente, per le colture agricole.

4.2.1. RISCHI FISICI ACUTI

Siccità: Livello di rischio medio

A causa della siccità prevista per la regione mediterranea il rischio connesso relativamente al sistema agrivoltaico in esame si può manifestare come una riduzione della produzione agricola per variazioni nella disponibilità della risorsa idrica.

Tra le azioni di mitigazione di tale rischio si possono considerare l'analisi della variazione della disponibilità della risorsa idrica e il monitoraggio della produzione agricola che varia a seconda della disponibilità della fonte idrica. In caso di limitazioni della produzione agricola si possono mettere in atto misure per aumentare l'efficienza dell'uso della risorsa idrica.

Per tale motivo, come misura di adattamento del breve periodo, il progetto prevede sistemi di monitoraggio della risorsa idrica e implementazioni di strumentazione di precisione che consentono la gestione puntuale della risorsa idrica e sistemi di automazione.

Con riferimento al medio lungo periodo, tali sistemi sono facilmente integrati con altre soluzioni volte all'ottimizzazione della risorsa idrica quali convogliatori, serbatoi e distributori localizzati.

Eventi estremi (frane, bombe d'acqua, piogge intense, tempeste e nevicate): Livello di rischio medio

A causa della diminuzione delle precipitazioni accompagnate contestualmente da un aumento dell'intensità delle stesse prevista nella regione mediterranea, il rischio connesso relativamente al sistema agrivoltaico in esame si può manifestare in danni alle strutture dell'impianto e alle colture dovuti al manifestarsi di eventi meteorologici estremi. In merito al rischio frane, l'interrogazione dei Servizo Geoportale Nazionale non ha dato alcun risultato nell'area in esame e, considerando anche la morfologia del sito dell'impianto di Antonacci, tale rischi è stato considerato trascurabile.

Tra le azioni di mitigazione del rischio da eventi estremi si possono considerare eventuali polizze stipulate per assicurare la produzione agricola ma anche l'implementazione della polizza "all risk" dell'impianto di produzione di energia elettrica sotto questo aspetto.

Inoltre, con riferimento alla letteratura scientifica del settore, si possono citare numerosi studi che dimostrano che il posizionamento dei pannelli in una quota superiore alla coltura offre protezione a quest'ultima non solo dalla eccessiva esposizione ai raggi solari ma anche, nel caso contrario, da eventi meteorici di rilevante entità. E ampiamente dimostrato in letteratura che il microclima creato dai pannelli fa si che la temperatura sotto gli stessi, in estate, sia di qualche grado inferiore alla temperatura rilevata in campo. Sorprendentemente, altri studi dimostrano che in inverno, si verifica il fenomeno contrario ovvero l'aria sotto i pannelli risulta più calda della temperatura rilevata in campo. Per questo motivo, grazie alla protezione dei pannelli, in numerosi campi sperimentali è stato visto che le colture situate sotto i pannelli non vengono coperte dal manto nevoso.

Anche se il sito dov'è situato l'impianto di Antonacci non presenta caratteristiche climatiche per cui si debba temere il rischio da neve, si ritiene che, tuttavia, la presenza dei pannelli fotovoltaici è in grado di garantire un certo livello di protezione da questi fenomeni. Nella stessa ottica, il rischio di gelate nei mesi invernale viene mitigato dalla presenza dei pannelli.

Per tale motivo, come misura di adattamento del breve periodo, il progetto, prevede un sistema di monitoraggio e controllo dei parametri meteoclimatici e tecnici, interconnessi con la gestione tecnica dell'impianto FV che potranno essere gestiti con connessione remota con appositi dispositivi di rilevamento

e una rete di sensori opportunamente predisposta. Il sistema è supportato dall'uso di dispositivi SAPR (Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto) permette l'acquisizione di immagini e dati importanti per l'analisi dei risultati e la pianificazione di interventi specifici.

Incendio: Livello di rischio medio - alto

A causa dell'innalzamento delle temperature previste per tutta la regione mediterranea e considerando le caratteristiche del sito dell'impianto di Antonacci a questa tipologia di rischio è stato attribuito un livello medio - alto. Il rischio connesso relativamente al sistema agrivoltaico in esame si può manifestare in danni alle strutture dell'impianto, ai pannelli fotovoltaico e alle colture in campo.

Tra le azioni di mitigazione di tale rischio si può citare il monitoraggio dell'area di impianto h24 con sistemi di sorveglianza e allarme. Per tale motivo, come misura di adattamento del breve periodo, un impianto di videosorveglianza con l'utilizzo di telecamere Day/Night ad alta risoluzione ed un apparato di videoregistrazione digitale affidabile e di elevata qualità. L'area di impianto può essere controllata facilmente anche da remoto e il personale addetto alla sorveglianza sarà sottoposto a corsi di formazione per gestire le emergenze e in caso di allarme di entità rilevante a collaborate con le strutture delle Protezione civile territoriale e interagire con i Sistemi di soccorso ovvero i VV.FF.

Con riferimento al medio lungo periodo, tali sistemi sono facilmente integrati con altre soluzioni volte alla risoluzione dell'emergenza quali l'implementazione con strutture antincendio localizzate quali vasche di accumulo e serbatoi di deposito d'acqua.

Alluvioni: Livello di rischio alto

Come già illustrato in precedenza, il rischio da alluvioni è forse il rischio maggiore che caratterizza maggior parte del territorio nazionale.

Tra le azioni di mitigazione di tale rischio si possono considerare l'implementazione di analisi e risk assessment di asset-specifici per analizzare la vulnerabilità delle strutture, macchinari, componenti e attrezzature a questo tipo di eventi naturali catastrofali. Risulta molto importane il monitoraggio statistico degli eventi passati e svolgimento di Business Impact Analysis. Alcune azioni di mitigazione specifiche a livello di impianto sono, ad esempio**, i piani di emergenza ed evacuazione** formalizzati con assegnazione di ruoli e responsabilità e l'effettuazione di prove periodiche, **il mantenimento della distanza da corsi d'acqua**, la realizzazione di infrastrutture antisismiche, analisi e previsione di una eventuale sistemazione idraulica dell'area, al fine di favorire il deflusso delle acque meteoriche in eccesso in una serie di canali che ne consentono il definitivo allontanamento. Inoltre, come nel caso delle colture occorre effettuare un'analisi, per tutti i componenti dell'impianto di produzione di energia elettrica, della strategia assicurativa per verificare l'adeguatezza delle coperture.

Come si vede dalla figura sottostante, con riferimento alle classi di rischio Alluvioni (PGRA 2021), l'area dell'impianto rientra nella classe R2_medio. Inoltre, rispetto alla cartografia Estensione dell'area allagabile l'area di impianto Alluvioni_Estensione_MPH (Medium Probability Hazard).

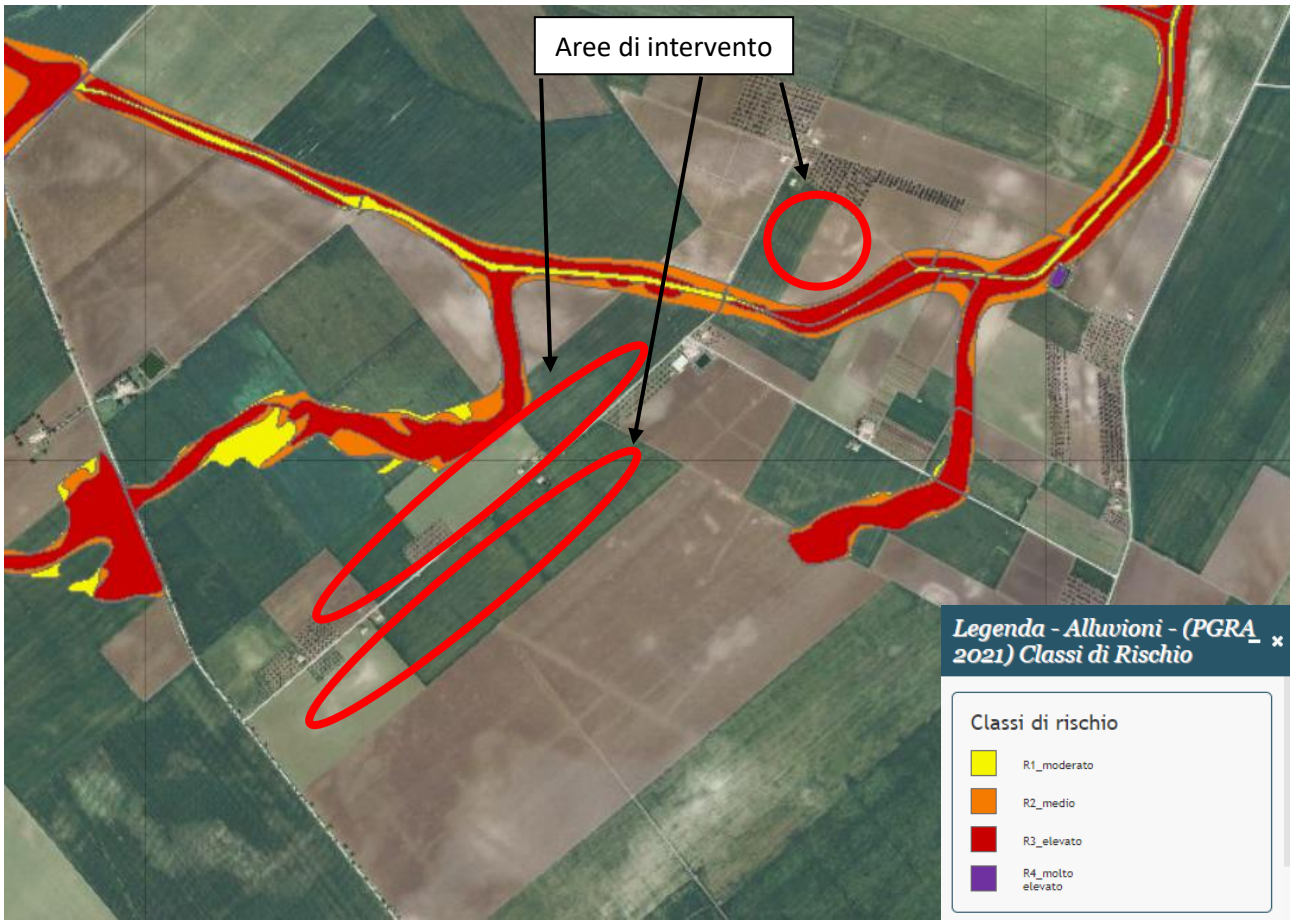


Fig. 13: Estratto dalla cartografia Alluvioni – (PGRA 2021) Classi di rischio. Fonte: Geoportale Nazionale

Tuttavia, ai sensi delle cartografie degli Elementi a rischio e delle Aree a Potenziale Rischio Significativo di Alluvioni (PGRA 2021), l'area dell'impianto rimane esclusa dalle stesse.

Tra le azioni di mitigazione nel breve e nel lungo periodo di tale rischio è stato quello del mantenimento delle aree di impianto a distanza di sicurezza dai corsi d'acqua e anche dalle aree a rischio alluvioni. Infatti, con riferimento alle cartografie della Valutazione Preliminare del Rischio Alluvioni – Eventi Futuri (PFRA-FE) IT 20190322, l'area dell'impianto risulta esterna da aree interessate da futuri eventi di alluvioni.

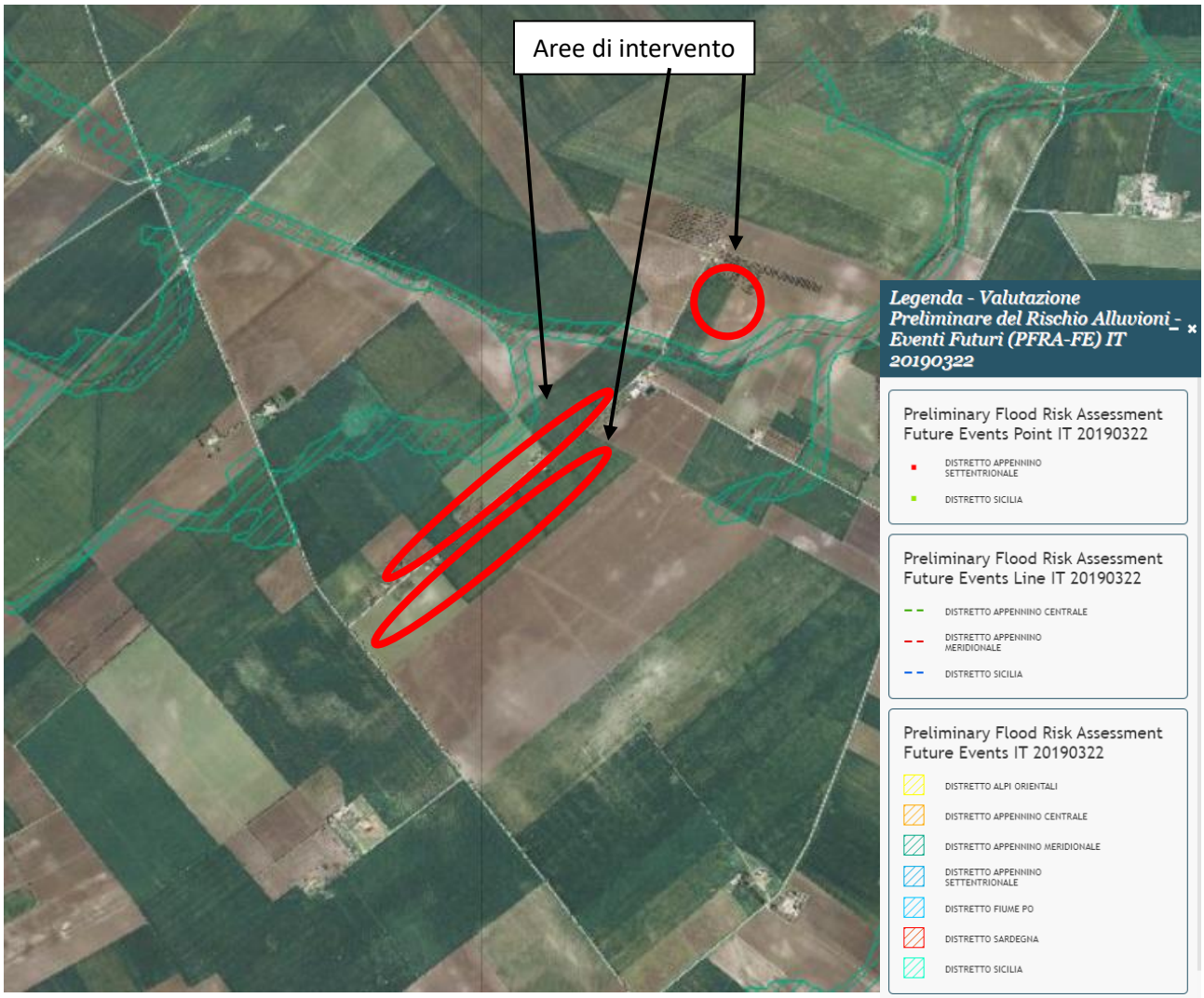


Fig. 13: Estratto dalla cartografia Valutazione Preliminare del Rischio Alluvioni – Eventi Futuri (PFRA-FE) IT 20190322. Fonte: Geoportale Nazionale

Con riferimento al medio lungo periodo, è ipotizzabile che, nel caso di aumento della frequanza di tali fenomeni, prevedere quale strumento di mitigazione la realizzazione di un'efficiente rete di affossature e di drenaggi che interessa tutta l'area.

Ondate di caldo: Livello di rischio medio - alto

A causa dell'innalzamento delle temperature previste per tutta la regione mediterranea e considerando le caratteristiche del sito dell'impianto di Antonacci a questa tipologia di rischio è stato attribuito un livello medio - alto. Il rischio connesso relativamente al sistema agrivoltaico in esame si può manifestare in danni alle strutture dell'impianto, ai pannelli fotovoltaico e alle colture in campo.

Tra le azioni di mitigazione di tale rischio si può citare la previsione di un sistema di monitoraggio e controllo dei parametri meteoclimatici e tecnici, interconnessi con la gestione tecnica dell'impianto FV che potranno essere gestiti con connessione remota con appositi dispositivi di rilevamento e una rete di sensori opportunamente predisposta. Il sistema è supportato dall'uso di dispositivi SAPR (Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto) permette l'acquisizione di immagini e dati importanti per l'analisi dei risultati e la pianificazione di interventi specifici.

4.2.2. RISCHI FISICI CRONICI

Innalzamento dei livelli dei mari: Livello di rischio molto basso

Le caratteristiche del sito dell'impianto di Antonacci, in particolare la sua distanza dal mare e l'altitudine fanno si che a questa tipologia di rischio venga attribuita un livello molto basso per cui non sono previste misure di mitigazione per il rischio stesso.

Fusione dei ghiacciai: Livello di rischio molto basso

Le caratteristiche del sito dell'impianto di Antonacci, in particolare la sua distanza dal mare e l'altitudine fanno sì che a questa tipologia di rischio venga attribuita un livello molto basso per cui non sono previste misure di mitigazione per il rischio stesso.

Carenza d'acqua: Livello di rischio medio

Si veda quanto illustrato per il rischio acuto Siccità.

Riscaldamento globale: Livello di rischio alto

Si veda quanto illustrato per il rischio acuto Ondate di caldo.

5. CONCLUSIONI

La presente relazione, ai sensi delle Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici e con particolare riferimento al requisito E.3 Monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici, ha lo scopo di analizzare i rischi climatici fisici in funzione del luogo di ubicazione dell'impianto, individuando le eventuali soluzioni di adattamento.

Di seguito si riporta il riepilogo dei risultati ottenuti con l'indicazione del livello del rischio attribuito ad ogni fattore e delle scelte progettuali adoperate nell'ottica di adattamento.

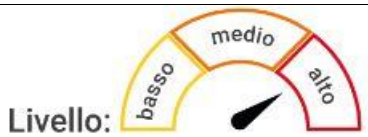
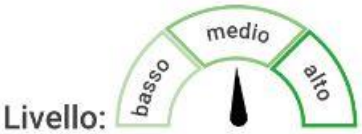
RISCHI FISICI ACUTI		
Tipologia di rischio	Livello di rischio	Tipologia di misure di adattamento
Siccità		Sistemi di monitoraggio della risorsa idrica, strumentazione di precisione e sistemi di automazione.
Eventi estremi (frane, bombe d'acqua, piogge intense, tempeste e nevicate)		Copertura assicurativa, sistema di monitoraggio e controllo dei parametri meteoclimatici e tecnici, rete di sensori e dispositivi SAPR. Protezione passiva dei pannelli, effetto microclima per presenza dei pannelli stessi.
Incendio		Monitoraggio di impianto h24 con sistemi di sorveglianza e allarme. Formazione personale per gestire le emergenze e coordinamento con Protezione civile, Sistemi di soccorso e VV.FF.
Alluvioni		Piani di emergenza ed evacuazione, mantenimento della distanza da corsi d'acqua e dalle zone a rischio alluvione, sistemazione idraulica dell'area e copertura assicurativa.
Ondate di caldo		Copertura assicurativa, sistema di monitoraggio e controllo dei parametri meteoclimatici e tecnici, rete di sensori e dispositivi SAPR. Protezione passiva dei pannelli.
RISCHI FISICI CRONICI		
Innalzamento dei livelli dei mari		Non sono previste misure di adattamento
Fusione dei ghiacciai		Non sono previste misure di adattamento
Carenza d'acqua		Sistemi di monitoraggio della risorsa idrica, strumentazione di precisione e sistemi di automazione.
Riscaldamento globale		Copertura assicurativa, sistema di monitoraggio e controllo dei parametri meteoclimatici e tecnici, rete di sensori e dispositivi SAPR. Protezione passiva dei pannelli.

Tabella 3 – Classi di rischio e misure di adattamento previste

In conclusione, con riferimento alla scheda 12 - Produzione elettricità da pannelli solari del PNRR si riporta la check list allegata al Piano stesso per le verifiche e controlli da condurre per garantire il principio DNSH. Come risulta facilmente riscontrabile, il progetto dell'impianto agrivoltaico di Antonacci è coerente con gli indirizzi del Piano stesso ed, inoltre, soddisfa tutti le verifiche previste in fase ex-ente ad esclusione del solo punto 3 ovvero l'iscrizione dello stesso nell'apposito Registro dei produttori AEE. Si precisa che in questa fase progettuale, non avendo stipulato alcun contratto di fornitura, non è possibile dichiarare il rispetto di tale obbligo ma, tuttavia, in fase di costruzione saranno scelti solo fornitori/subappaltatori che soddisfano tale obbligo.

Scheda 12 - Produzione elettricità da pannelli solari				
Verifiche e controlli da condurre per garantire il principio DNSH				
Tempo di svolgimento delle verifiche	n.	Elemento di controllo	Esito (Sì / No / Non applicabile)	Commento (obbligatorio in caso di N/A)
Ex-ante	1	Il progetto di produzione di elettricità da pannelli solari segue le disposizioni del CEI o che rispetta le migliori tecniche disponibili per massimizzare la produzione di elettricità da pannelli solari, anche in relazione alle norme di connessione?	SI	Si veda la Relazione Tecnica – Normative tecniche
	2	È stata condotta un'analisi dei rischi climatici fisici funzione del luogo di ubicazione così come definita nell'appendice 1 della Guida Operativa?	SI	La presente Relazione
	3	Sono stati rispettati gli obblighi pervisti dal D.Lgs. 49/2014 e dal D.Lgs. 118/2020 da parte del produttore di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche (nel seguito, AEE) anche attraverso l'iscrizione dello stesso nell'apposito Registro dei produttori AEE?	N.A.	Il rispetto di tali obblighi sarà verificato in fase di esecuzione.
	4	Per le strutture situate in aree sensibili sotto il profilo della biodiversità o in prossimità di esse, è stata verificata la sussistenza di sensibilità territoriali, in particolare in relazione alla presenza di Habitat e Specie di cui all'Allegato I e II della Direttiva Habitat e Allegato I alla Direttiva Uccelli, nonché alla presenza di habitat e specie indicati come "in pericolo" dalle Liste rosse (italiana e/o europea)?	NO	Il progetto non interessa zone tutelate sotto questo aspetto. Si veda lo Studio di Impatto Ambientale
	5	Laddove sia ipotizzabile un'incidenza diretta o indiretta sui siti della Rete Natura 2000 l'intervento è stato sottoposto a Valutazione di Incidenza (DPR 357/97)?	NO	Come nel punto precedente
	6	In fase di progettazione, sono state rispettate le previsioni della Guida per l'installazione degli impianti FV del Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile?	SI	
	7	È stata verificata la dichiarazione di conformità ai sensi del D.M. 37/2008?	N.A.	Saranno valutate dall'ente competente
Ex-post	8	Sono state effettuate le eventuali soluzioni di adattamento climatico individuate?	N.A.	Come nel punto precedente
	9	Se pertinente, le azioni mitigative previste dalla VIA sono state adottate?	N.A.	Come nel punto precedente